

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра инженерной графики и САПР

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ КОМПАС

**Методические указания
по выполнению графических работ
для студентов всех специальностей
дневной формы обучения**

**Минск
2007**

УДК 004.9 + 658.512.22] (07)
ББК 32.973 : 34.611 я 7
Т 67

Рекомендовано научно-методическим советом факультета ТС в АПК.
Протокол № 7 от 28 декабря 2006 г.

Составитель:

канд. пед. наук, доцент, зав. кафедрой «Инженерная графика и САПР» БГАТУ
О.В. Ярошевич

Рецензенты:

канд. пед. наук, доцент, зав. кафедрой инженерной педагогики и психологии РИИТ
А.И. Сторожиллов;
д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой сопротивления материалов и деталей машин
БГАТУ *А.Н. Орда*

Т 67

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ КОМПАС : метод. указания по выполнению графических работ для студентов всех специальностей дневной формы обучения / О.В. Ярошевич. — Минск : БГАТУ, 2007. — 84 с.

УДК 004.9 + 658.512.22] (07)
ББК 32.973 : 34.611 я 7

Даны методические указания к 5 лабораторным работам по созданию трехмерных моделей деталей, их изображений, видов, ассоциативно связанных с построенными моделями, по дисциплине «Компьютерная графика» для студентов дневной формы обучения всех инженерно-технических специальностей. Рассмотрены основные приемы работы с системой трехмерного моделирования КОМПАС-3D V8.

Издание может быть использовано в учебном процессе в курсах «Инженерная графика» и «Компьютерная графика» всех форм обучения, в том числе и дистанционного.

© БГАТУ, 2007

ВВЕДЕНИЕ

Информация, представленная в визуальной форме, воспринимается легче, при этом сложные информационные структуры и взаимосвязи осознаются за более короткий промежуток времени, в большем объеме и с меньшими искажениями по сравнению с прочими используемыми методами. Курс геометрического моделирования рассматривает методы новой 3D-технологии компьютерного проектирования. Суть этой технологии в том, что проектировщик разрабатывает геометрическую модель в ее естественном наглядном виде, а построение чертежа объекта выполняется на завершающем этапе, в значительной степени в автоматическом режиме, предусмотренном графическими редакторами современных пакетов САПР.

Лабораторные работы практикума выполняются на персональном компьютере с использованием САПР КОМПАС-3D V8 индивидуально каждым студентом. Для успешной работы необходимо наличие знаний и умений, приобретенных в рамках курсов «Начертательная геометрия», «Инженерная графика», «Информатика», пользовательских навыков в среде Windows. При этом требования к компьютерной подготовке пользователя минимальны.

В практикуме представлено 5 лабораторных работ, при выполнении которых студенты приобретают базовые знания и получают практические навыки трехмерного моделирования, знакомятся с основными приемами трехмерного моделирования в среде КОМПАС-3D. Материал изложен в логической последовательности выполнения необходимых операций при построении и редактировании пространственных объектов. Тем, кто впервые начинает работу по трехмерному моделированию, необходимо поупражняться с двухмерными построениями, ознакомиться с особенностями ввода координат и параметров строящихся объектов. Необходимо выработать свой стиль работы, который будет наиболее рациональным и быстрым.

Цель лабораторных работ — приобретение практических навыков выполнения конструкторских документов и построения трехмерных моде-

лей с использованием системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D V8 в режиме 3D.

В курсе рассматриваются следующие вопросы:

Модуль 1. Основы построения объемной модели

(лабораторные работы № 1, 2, 3, 4)

Интерфейс программы, основные приемы работы.

Построение трехмерной детали как основа создания чертежа.

Построение эскиза детали.

Основные операции построения твердого тела.

Операция выдавливания.

Операция вращения.

Кинематическая операция.

Построение по сечениям.

Модуль 2. Получение чертежа из трехмерной модели

(лабораторная работа № 5)

Получение чертежа из трехмерной модели.

Простановка размеров.

Операции редактирования.

Использование библиотек.

Первые две работы предлагаются без вариантов и позволяют студентам работать мини-группами. Гораздо легче изучать дисциплину, пользуясь возможностью помогать друг другу. Остальные лабораторные работы предполагают выполнение заданий по вариантам, позволяющим преподавателю оценить индивидуальные способности каждого студента. Для выполнения заданий необходимо скопировать условия заданий, выполнить их и сохранить в своей папке.

Для удобства восприятия информации приняты следующие варианты выделения в тексте:

- названия пунктов меню, расширенных меню, панелей (страниц), кнопок, команд, флажков управления объектами, а также других объектов набраны полужирным курсивом, например меню *Файл*, панель *Геометрии*, *Строка сообщений*, *Ввод прямоугольника*;
- наименования клавиш клавиатуры взяты в угловые скобки, например <Shift>, <F1>.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

В процессе выполнения лабораторных работ студент **ОБЯЗАН:**

- знать места расположения средств пожаротушения и правила пользования ими;
- выполнять только ту работу, которая поручена ему преподавателем.

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- приступать к выполнению работы без ознакомления с правилами техники безопасности в данной лаборатории;
- курить и загрязнять помещение, портить имущество;
- вмешиваться в работу студентов, выполняющих другие задания, если это не разрешено преподавателем;
- ходить по лаборатории во время выполнения работы;
- находиться в помещении в верхней одежде;
- включать технические средства без разрешения преподавателя и обслуживающего персонала;
- касаться электропроводки и электроаппаратуры с задней стороны монитора;
- использовать в лабораториях «свои» программные продукты.

1 СОДЕРЖАНИЕ И ОБЩИЙ ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

1.1 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ

Необходимо выполнить предложенные задания с использованием КОМПАС-3D. Задания сформированы в отдельные папки по номеру лабораторной работы. Задания размещаются в папке: **D:\Лабораторные работы\Шаблоны**. Имена файлов совпадают с индивидуальными вариантами по списку группы. Имеется печатный аналог заданий.

1.2 ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ С СИСТЕМОЙ

Работа с Системой может осуществляться как с клавиатуры, так и при помощи манипулятора «мышь».

Таблица 1

Манипулятор «мышь»

Термин	Последовательность действий
Щелкнуть	Быстро нажать и отпустить кнопку мыши
Дважды щелкнуть	Дважды быстро нажать и отпустить кнопку мыши
Перетащить	Переместить курсор, передвигая мышь с нажатой кнопкой
Указать	Подвести курсор к объекту, нажать и отпустить кнопку мыши

Примечания.

1. При работе с Системой применяется в основном левая кнопка мыши. Применение правой кнопки (например, для вызова контекстного (динамического) меню) для каждого случая оговаривается отдельно.

2. При возникновении затруднительных ситуаций во время работы пользователю предоставлена возможность быстрого получения необходимой справочной информации. Для этого разработана справочная система. Справка является контекстно-зависимой, отображаемая на экране тема будет соответствовать тому действию, которое выполняется в данный момент.

1.3 ОБЩИЙ АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Запуск Системы.

Запуск Системы производится после включения персонального компьютера, загрузки и настройки операционной среды Windows. Для запуска программы щелкните мышью на ее пиктограмме. После окончания процесса загрузки на экране откроется программное окно КОМПАС. После запуска Система автоматически восстанавливает состояние, имевшееся на момент завершения последнего сеанса работы (загруженные документы, размер и расположение окон и т.д.).

2. Открытие существующего или создание нового документа.

При установке Система создает на жестком диске компьютера специальный каталог (папку) в котором находятся несколько демонстрационных документов. Для открытия существующих документов щелкните указателем мыши на кнопке **Открыть документ** на панели управления.

Создание документа осуществляется в такой последовательности: **Файл — Создать — Новый документ**. Произвести настройку параметров документа. После создания документа его следует сохранить в своей папке, присвоив имя согласно номеру лабораторной работы.

3. Заккрытие документа.

Для закрытия открытого документа достаточно щелкнуть на кнопке **Заккрыть окна** документа или выполнить команду **Заккрыть** в меню **Файл**.

4. Оформление заданий.

Выполненные задания содержат распечатки заданий (формат А4) и файлы.

Чтобы правильно сформировать файл лабораторных работ необходимо: создать свою личную папку в папке группы на диске D. В эту папку следует поместить файлы лабораторных работ по их номерам. Если все файлы свалены в кучу, то не только преподавателю, но и самому студенту трудно разобраться через некоторое время, где что находится, и быстро обнаружить тот или иной файл. При сдаче лабораторных работ файлы записы-

ваются на дискету, которая хранится у преподавателя. Дискета должна быть отформатирована.

Для получения зачета по выполненной работе необходимо предоставить распечатки заданий, файлы, а также продемонстрировать умение практического выполнения задания данной лабораторной работы.

Внимание! В процессе создания документов чаще записывайте промежуточные результаты на диск.

2 ОСНОВЫ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

2.1 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

В системах геометрического моделирования используются три типа геометрических моделей конструируемых объектов: **каркасные (проволочные), поверхностные и твердотельные.**

Исторически первыми появились **каркасные** модели. Конструктивными элементами каркасной модели являются ребра и вершины. Основное преимущество каркасных моделей — простота, но с их помощью можно моделировать ограниченный класс объектов с использованием в качестве аппроксимирующих поверхностей плоскостей и поверхностей второго порядка. При использовании таких моделей возможны различные интерпретации одной модели, поскольку известны только ребра и вершины. В современных системах геометрического моделирования каркасные модели используются при отображении конструируемых объектов как один из методов визуализации.

Поверхностная модель кроме вершин и ребер содержит грани (прямоугольные или треугольные), необходимые для аппроксимации поверхностей. Поверхностная модель позволяет описывать иногда достаточно сложные поверхности. Такую возможность часто добавляют к каркасным моделям для описания поверхностей изделия, которые невозможно автоматически определить по каркасной модели. Однако такая гибридная модель (каркасная плюс поверхностная) не обеспечивает однозначности, которая позволяла бы определить, ограничивают ли заданные поверхности некоторый объем. Поверхностная модель во многих случаях соответствует нуждам промышленности (авиационная промышленность, машиностроение, автомобилестроение, энергетическое машиностроение и т. д.) при описании сложных форм и работе с ними. Возможны различные виды задания поверхностей (плоскости, поверхности вращения, линейчатые поверхности). Используются различные математические модели аппроксимации поверхностей (методы Кунса, Безье, В-сплайны). Около десяти лет назад поверхностное моделирование являлось

основным видом описания объектов в большинстве систем геометрического моделирования.

Сейчас ситуация меняется буквально на глазах — на смену традиционным системам автоматизированного проектирования приходят интегрированные CAD/CAM/CAE-системы, у которых функциональные возможности геометрического ядра настолько развиты, что позволяют формировать **твердотельные** модели, ограниченные произвольными криволинейными поверхностями. Наиболее известные коммерческие ядра твердотельного геометрического моделирования для CAD\CAM\CAE-систем — ACIS (Spatial Technology) и Parasolid (Unigraphics Solutions).

Конструктивными элементами твердотельной модели являются вершины, ребра и грани. **Грань** — это часть поверхности твердого тела, как правило, ограничивается ребрами. **Ребро** — это линия пересечения соседних граней. **Вершина** — точка, которой оканчиваются ребра.

В большинстве систем геометрического моделирования применяют метод конструктивной твердотельной геометрии. В этом случае объекты «собирают» из твердотельных базовых элементов и/или элементов тела, полученных кинематическим методом. Самое простое твердое тело в этом случае образуется при движении какого-либо замкнутого контура. Контур может быть плоским или иметь сложную пространственную конфигурацию. Движение может быть поступательным, вращательным или по произвольной траектории. На базе созданных таким образом тел можно создавать новые. Например, можно сгладить ребра, отклонить грани, сложить одно тело с другим и др. В каждом случае остается один объект — твердое тело. Оно обладает такими свойствами, как масса, объем, материал и т.д.

Базовые твердотельные элементы могут представлять собой элементарные геометрические фигуры типа прямоугольного параллелепипеда, цилиндра, усеченного конуса, призмы и т.п. Общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение **булевых опе-**

раций (объединения, вычитания, пересечения) над объемными примитивами (сферами, призмами, цилиндрами, конусами, пирамидами и т.д.).

На примере двух тел (куб и тороид) покажем результат применения булевых операций (рисунок 1) [9].

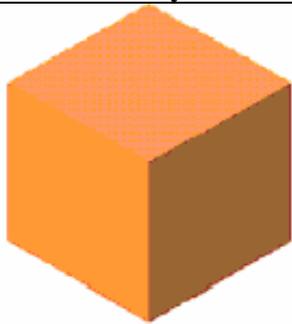
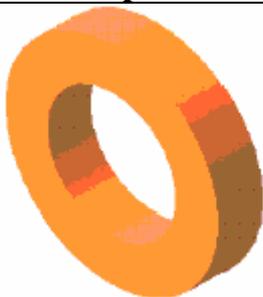
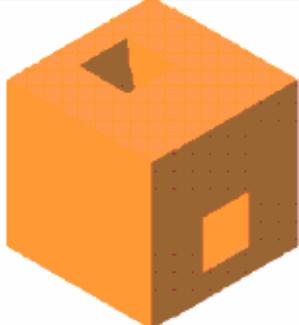
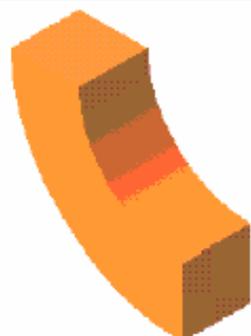
Куб		Тороид	
			
Примеры выполнения булевых операций			
объединение (сложение)	вычитание	пересечение	
			

Рисунок 1

2.2 ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КОМПАС-3D

2.2.1 Порядок работы при создании модели

В разных системах реализованы различные способы задания формы: **ввод параметров** (например, ввод радиуса сферы); выполнение заданного **перемещения** плоской фигуры в пространстве, след от которого определяет форму (например, поворот окружности вокруг оси образует сферу, а смещение многоугольника — призму). Второй способ реализован в КОМПАС-3D. Плоская фигура, на основе которой образуется тело, называется **эскизом**, а формообразующее перемещение эскиза — **операцией** (приложение). Эскиз можно представить как сечение объемного элемента.

При работе с трехмерным модулем вся последовательность построения детали отображается в отдельном окне в виде «**Дерева построения**». В нем перечислены все существующие в модели вспомогательные элементы, эскизы и выполненные операции в порядке их создания.

2.2.2 Эскизы

Создание объёмной модели начинается с построения эскиза на одной из плоскостей проекций. Эскиз может располагаться в одной из **ортогональных плоскостей** координат, на плоской грани существующего тела или во вспомогательной плоскости, положение которой задано пользователем.

Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами чертёжно-графического редактора КОМПАС-ГРАФИК. При этом доступны все команды построения и редактирования изображения, команды параметризации и сервисные возможности. В эскиз можно перенести изображение из ранее подготовленного в КОМПАС-ГРАФИК чертежа или фрагмента.

Основные требования, предъявляемые к эскизу:

- контуры в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек;
- контур в эскизе изображается стилем линии «Основная».

Под контуром понимается любой линейный графический объект или совокупность последовательно соединённых линейных графических объектов (отрезков, дуг, ломаных линий и т. п.). Когда для построения контура в эскизе применяются вспомогательные объекты, то их изображают другими стилями линий. Такие объекты не учитываются при выполнении операции трёхмерного моделирования.

2.2.3 Операции

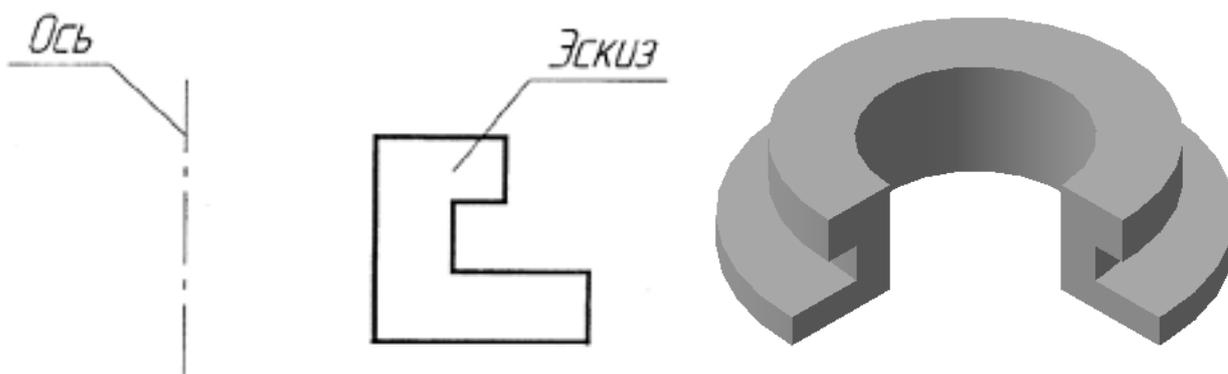
Проектирование детали начинается с создания базового тела путем выполнения операции над эскизом (или несколькими эскизами).

При этом доступны следующие типы операций:

- **вращение** эскиза вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза,

- **выдавливание** эскиза в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза,
- **кинематическая** операция — перемещение эскиза вдоль указанной направляющей,
- построение тела по нескольким **сечениям-эскизам**.

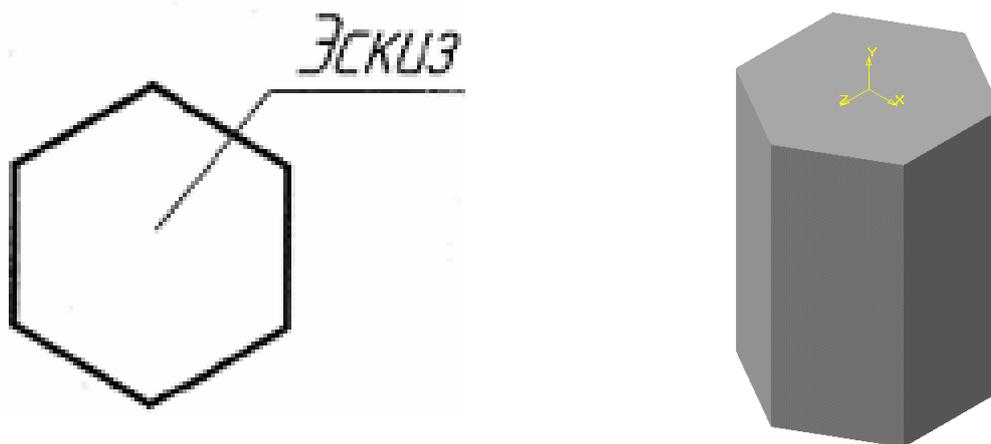
1. **Операция вращения** эскиза вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза, когда получается тело вращения (рисунок 2).



Кнопка **Операция вращения**

Рисунок 2

2. **Операция выдавливания** эскиза в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза (рисунок 3).



Кнопка **Операция выдавливания**

Рисунок 3

3. **Кинематическая операция**, когда эскиз перемещается вдоль указанной направляющей (рисунок 4).

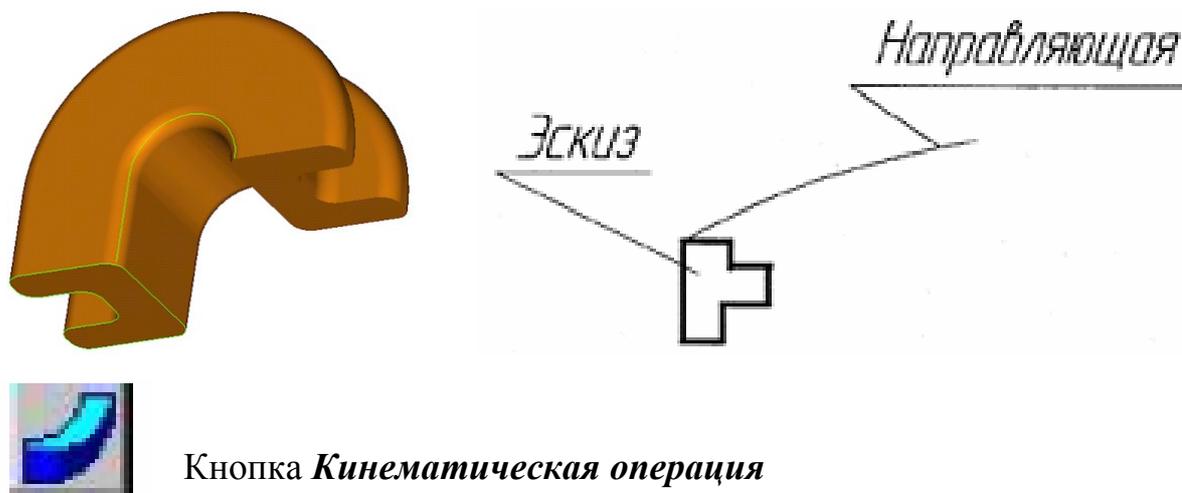


Рисунок 4

4. **Операция по сечениям** (рисунок 5).

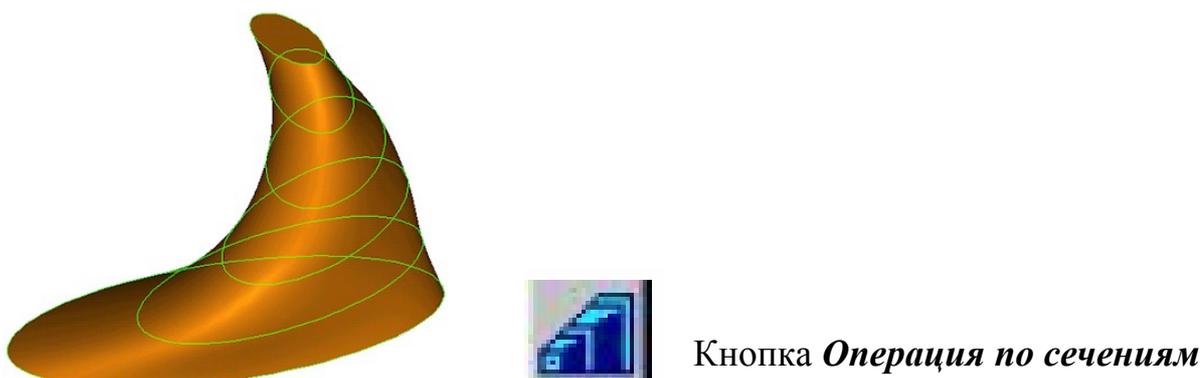


Рисунок 5

Каждая операция имеет дополнительные опции, позволяющие варьировать **правила построения** тела. Следует иметь в виду, что операции вращения и выдавливания являются частными случаями кинематической операции с направляющими окружности и прямой.

После создания базового тела производится **«приклеивание»** или **«вырезание»** дополнительных объемов. Каждый из них представляет собой тело, образованное при помощи перечисленных выше операций над новыми эскизами. При выборе типа операции нужно сразу указать, будет создаваемое тело **вычитаться** из основного объема или **добавляться** к нему. Примерами вычитания объема из детали могут быть различные отверстия, проточки, канавки, а примерами добавления объема — бобышки, выступы, ребра.

При вводе параметров операции вырезания или приклеивания доступно **несколько больше опций**, чем базовой (самой первой) операции. Дополнительные опции позволяют упростить задание параметров. Например, при создании сквозного отверстия можно не рассчитывать его длину, а выбрать опцию *Через всю деталь*, а при создании бобышки указать, что она должна быть построена до определенной поверхности.

Дополнительные операции позволяют упростить задание параметров наиболее распространенных конструктивных элементов — фаски, скругления и цилиндрического отверстия. Так, для **построения фаски** не нужно рисовать эскиз, перемещать его вдоль ребра и вычитать получившийся объем из основного тела. Достаточно указать ребро или несколько ребер либо грани для построения фаски и ввести ее параметры — величины катетов или величину катета и угол. Аналогично при построении **отверстия** достаточно выбрать его тип (например, отверстие глухое с зенковкой и цековкой) и ввести соответствующие параметры.

На любом этапе работы можно **удалить часть тела** по границе, представляющей собой плоскость или цилиндрическую поверхность, образованную выдавливанием произвольного эскиза.

Очень часто при построении тела требуется произвести несколько **одинаковых операций**. Для повторения операции можно воспользоваться командой *Копия*. В КОМПАС-3D доступны разнообразные **способы копирования**: копирование по сетке, по окружности, вдоль кривой, зеркальное копирование.

Возможно не только копирование операций выдавливания и приклеивания, но и «копирование копирования».

Для создания детали, обладающей плоскостью симметрии, можно воспользоваться командой *Зеркально отразить все*, а для получения детали, симметричной существующей, — командой *Зеркальная деталь*.

Более подробно Вы ознакомитесь с операциями при выполнении лабораторных работ.

2.2.4 Вспомогательные построения

Эскиз может быть построен на **плоскости** (в том числе на любой плоской грани тела). Для выполнения некоторых операций (например, **Копирование по окружности**) требуется указание **оси** (осью может служить прямолинейное ребро тела). Если существующих в модели ортогональных плоскостей, граней и ребер недостаточно для построений, пользователь может создать **вспомогательные плоскости** и оси, задав и положение одним из предусмотренных системой способов. Например, ось можно провести через две вершины или через прямолинейное ребро, а плоскость — через три вершины или через ребро и вершину. Существуют и другие способы задания положения вспомогательных осей и плоскостей.

2.2.5 Параметрические свойства детали

Существует **два аспекта** параметризации трехмерной модели в КОМПАС-3D.

Во-первых, каждый эскиз может быть параметрическим. На его графические объекты могут быть наложены следующие типы параметрических связей и ограничений:

- **вертикальность** прямых и отрезков;
- **горизонтальность** прямых и отрезков;
- **коллинеарность** отрезков;
- **параллельность** прямых и отрезков;
- **перпендикулярность** прямых и отрезков;
- **выравнивание** характерных точек объектов по вертикали и по горизонтали;
- **зеркальная симметрия**;
- **равенство** радиусов дуг и окружностей;
- **равенство** длин отрезков;
- **касание** кривых;
- **принадлежность** точки кривой;

- **фиксация** характерных точек объектов;
- **фиксация** и редактирование размеров;
- **присвоение** размеру имени **переменной**;
- задание **аналитических зависимостей** (уравнений и неравенств) между переменными.

Во-вторых, при создании модели система запоминает не только порядок ее формирования, но и **отношения** между элементами (например, принадлежность эскиза грани или указание ребра в качестве пути для кинематической операции). Таким образом, реализована иерархическая идеология параметризации объемных построений.

2.2.6 Редактирование модели

В КОМПАС-3D возможно изменение параметров любого элемента модели (эскиза, операции, вспомогательной оси или плоскости). После задания новых значений параметров модель перестраивается в соответствии с ними. При этом сохраняются все существующие в ней связи.

Редактирование модели в КОМПАС-3D может производиться различными способами.

▪ Редактирование эскиза.

Перед вызовом команды редактирования эскиза следует указать эскиз в Дереве построений, используя правую кнопку мыши. Затем вызвать из контекстного меню команду **Редактировать эскиз**. Система перейдет в режим редактирования эскиза.

▪ Размещение эскиза на плоскости.

Чтобы сдвинуть и/или повернуть эскиз на плоскости, выделите его в Дереве построения и вызовите из контекстного меню команду **Разместить эскиз**. Эта команда позволяет переместить систему координат эскиза на его плоскости.

После вызова команды в Строке параметров объектов появляются поля, в которых требуется задать новое положение системы координат выде-

ленного эскиза и угол поворота нового положения системы координат относительно текущего положения.

▪ **Смена плоскости эскиза.**

Чтобы разместить эскиз в другой плоскости, выделите его в Дереве построений и вызовите из контекстного меню команду *Изменить плоскость*. Эта команда позволяет переместить эскиз в другую плоскость или на другую плоскую грань.

После указания плоскости или плоской грани эскиз переносится на нее. При этом система координат эскиза совмещается с системой координат выбранной плоскости или грани.

▪ **Редактирование параметров элемента.**

Форму и размеры элемента определяют не только форма и размеры контура в соответствующем эскизе, но и параметры формообразующей операции (например, глубина выдавливания или угол поворота контура в эскизе). Некоторые элементы (например, вспомогательные плоскости и оси) вообще не имеют эскизов и полностью определяются параметрами, заданными в команде их построения.

Чтобы изменить эти параметры, выделите элемент в Дереве построения или в окне детали. Вызовите из контекстного меню команду *Редактировать элемент*.

Если редактироваться должен формообразующий элемент, можно выделить любую его грань, ребро или вершину в окне детали и вызвать команду *Редактировать исходный элемент*.

Система перейдет в режим выполнения команды, использовавшейся для построения выделенного элемента.

▪ **Изменение порядка построения.**

Удобный (правда, нечасто используемый) прием редактирования — «перетаскивание» объектов мышью прямо в Дереве построения. С его помощью можно быстро изменить порядок построения.

▪ **Удаление объекта.**

Любой объект (формообразующий элемент, эскиз, вспомогательную ось или плоскость и т.д.) можно удалить из модели. Для этого достаточно выделить его в Дереве построения и вызвать из контекстного меню команду **Удалить** или нажать клавишу <Delete>.

Обратите особое внимание на то, что **отменить удаление объекта** в документе-детали **невозможно**.

▪ **Исключение из расчетов.**

Чтобы исключить элемент из расчетов, выделите его в Дереве построения и вызовите из контекстного меню команду **Свойства элемента** или выделите в окне детали грань или ребро формообразующего элемента и вызовите из контекстного меню команду **Свойства исходного элемента**.

В появившемся на экране диалоге включите опцию **Исключить из расчетов**.

2.2.7 Сервисные возможности

В распоряжении пользователя находятся многочисленные сервисные возможности. Их использование позволяет управлять отображением детали, производить разнообразные измерения, формировать плоские изображения детали.

Для изменения отображения детали можно пользоваться командами управления масштабом отображения детали в окне, командами перемещения (поворота и сдвига) детали в пространстве. Доступно несколько способов отображения детали: каркас, отображение без невидимых линий или с тонкими невидимыми линиями, полутоновое и перспективное полутоновое отображение. Для каждой отдельной грани или для всей детали в целом можно задавать свойства поверхности (цвет, степень блеска, прозрачности и т.д.). В случае указания материала детали из библиотеки его оптические свойства учитываются при полутоновом отображении модели.

Возможно измерение различных геометрических характеристик: расстояний между вершинами, ребрами и гранями в любой комбинации, измерение длин ребер и периметров граней, измерение площадей граней.

Производится расчет массо-инерционных характеристик детали (объема, массы, координат центра тяжести осевых и центробежных моментов инерции, направления главных осей инерции).

При помощи соответствующей команды можно создать плоское изображение (своеобразную «заготовку чертежа») трехмерной модели.

Пример разработки 3D-модели и заготовка чертёжа, полученная на основе построенной модели, представлены на рисунке 6.

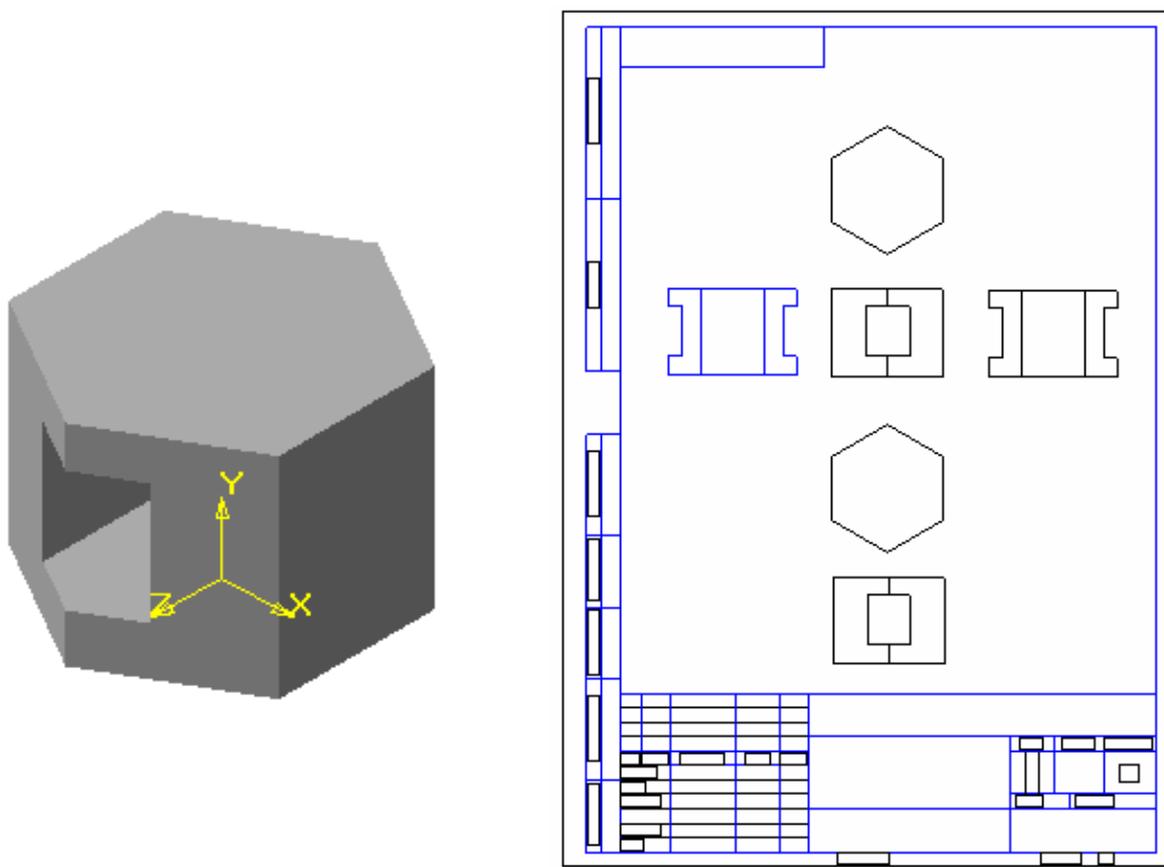


Рисунок 6

Формирование в КОМПАС-3D модели твердого тела производится в два этапа:

1. В выбранной плоскости средствами чертежно-конструкторского редактора создается эскиз;
2. К эскизу применяется одна из операций твердотельного моделирования.

3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

МОДУЛЬ 1 ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ МОДЕЛИ

Лабораторная работа № 1 Знакомство с системой трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D V8

Цель работы: ознакомиться с интерфейсом Системы, общими принципами и основными приемами работы, настройками, основными операциями трехмерного твердотельного моделирования.

Основные компоненты КОМПАС-3D V8 — собственно система трехмерного твердотельного моделирования, чертежно-графический редактор и модуль проектирования спецификаций.

Система трехмерного твердотельного моделирования предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства.

Чертежно-графический редактор (КОМПАС-ГРАФИК) предназначен для автоматизации проектно-конструкторских работ. Он может успешно использоваться в машиностроении, архитектуре, строительстве, составлении планов и схем — везде, где необходимо разрабатывать и выпускать чертежную и текстовую документацию.

Совместно с любым компонентом КОМПАС-3D V8 может использоваться модуль проектирования спецификаций, позволяющий выпускать разнообразные спецификации, ведомости и прочие табличные документы.

Документ-спецификация может быть ассоциативно связан со сборочным чертежом (одним или несколькими его листами) и трехмерной моделью сборки.

Порядок выполнения работы

1. Запуск программы. Настройка основного экрана Системы КОМПАС-3D V8.

Для запуска Системы:

1. Нажмите кнопку **Пуск**, которая расположена в левом нижнем углу экрана (рисунок 7);
2. Выберите команду **Программы**;
3. В раскрывающемся каскадном меню выберите группу **АСКОН**;
4. Вызовите команду **КОМПАС V8**.

После окончания процесса загрузки на экране появится окно чертежно-графического редактора КОМПАС-3D V8 (рисунок 7).

В нем вверху расположены строка заголовка, строка главного меню, панель управления с кнопками команд.

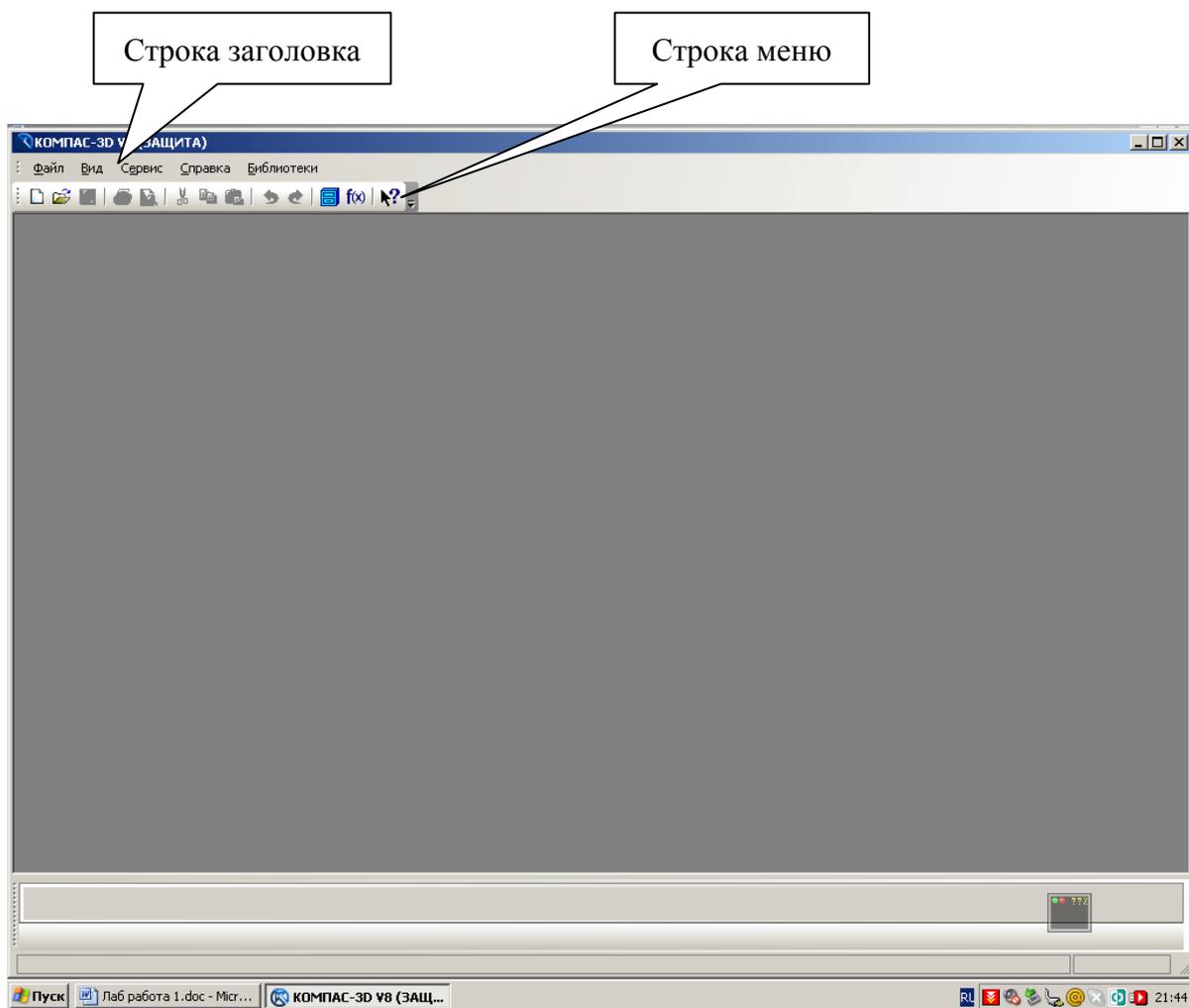


Рисунок 7

КОМПАС-3D является многооконной и многодокументной Системой. В ней могут быть одновременно открыты окна всех типов документов КОМПАС: модели, чертежи, фрагменты, текстово-графические документы и спецификации. Каждый документ может отображаться в нескольких окнах.

Команды вызываются из страниц *Главного меню*, контекстного меню или при помощи кнопок на Инструментальных панелях.

При работе с документом любого типа на экране отображаются *Главное меню* и несколько панелей инструментов: *Стандартная* (рисунок 8), *Вид* (рисунок 9), *Текущее состояние* (рисунок 10), *Компактная* (рисунок 11). Состав меню и панелей зависит от типа активного документа. Команды, управляющие отображением инструментальных панелей, находятся в меню *Вид — Панели инструментов*.

Стандартная панель



Панель, на которой расположены кнопки вызова команд стандартных операций с файлами и объектами.

Рисунок 8 — Панель *Стандартная*

Панель Вид

Панель, на которой расположены кнопки вызова команд настройки отображения активного документа. Набор полей и кнопок Панели Вид зависит от того, какой документ активен.

Для включения отображения ее на экране служит команда **Вид - Панели инструментов - Вид**.



Рисунок 9 — Панель *Вид* при работе с моделями

Панель текущего состояния

Панель, на которой отображаются параметры текущего состояния активного документа.

Набор полей и кнопок Панели текущего состояния зависит от того, какой документ активен.

Для включения отображения ее на экране служит команда **Вид - Панели инструментов - Текущее состояние**.



Панель текущего состояния при работе с графическими документами

Рисунок 10 — Панель *Текущее состояние* при работе с графическими документами



Рисунок 11 — Панель *Компактная* в режиме редактирования

Пользователь может изменять состав Главного меню и системных Инструментальных панелей, а также создавать собственные панели. Для вызова диалога, позволяющего произвести эту настройку, служит команда **Сервис** — **Настройка интерфейса**.

Последняя, нижняя строка экрана — **Панель задач Windows**, предпоследняя — **Строка сообщений**.



Внимание! *Строку сообщений можно переместить в верхнюю часть окна, и тогда читать сообщения будет намного удобнее.*

В **Строке сообщений** (если ее показ не отключен при настройке системы) отображаются подсказки по текущему действию или описание выбранной команды. Эта строка пока не содержит сообщений, но, особенно в первых работах, попытайтесь перед выполнением любой команды прочитать сообщение.

2. Создание документов в КОМПАС-3D.

Тип документа, создаваемого в системе КОМПАС-3D, зависит от рода информации, хранящейся в этом документе. Каждому типу документа соответствует расширение имени файла и собственная пиктограмма.

Деталь — модель изделия, изготавливаемого из однородного материала, без применения сборочных операций. Файл детали имеет расширение **m3d**.

Сборка — модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным взаимным положением. В состав сборки могут также входить другие сборки (подсборки) и стандартные изделия. Файл сборки имеет расширение **a3d**.

Чертеж — основной тип графического документа в КОМПАС-3D. Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, иногда — дополнительные элементы оформления (знак неуказанной шероховатости, технические требования и т. д.). Чертеж КОМПАС-3D может содержать один или несколько листов. Для каждого листа можно задать формат, кратность, ориентацию и другие свойства. В файле чертежа КОМПАС-3D могут со-

держаться не только чертежи (в понимании ЕСКД), но и схемы, плакаты и прочие графические документы. Файл чертежа имеет расширение **cdw**.

Фрагмент — вспомогательный тип графического документа в КОМПАС-3D. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа. Он используется для хранения изображений, которые не нужно оформлять как отдельный лист (эскизные прорисовки, разработки и т.д.). Кроме того, во фрагментах также хранятся созданные типовые решения для последующего использования в других документах. Файл фрагмента имеет расширение **frw**.

Спецификация — документ, содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы. Спецификация оформляется рамкой и основной надписью. Она часто бывает многостраничной. Файл спецификации имеет расширение **spw**.

Текстовый документ — документ, содержащий преимущественно текстовую информацию. Текстовый документ оформляется рамкой и основной надписью. Он часто бывает многостраничным. В текстовом документе могут быть созданы пояснительные записки, извещения, технические условия и т.п. Файл текстового документа имеет расширение **kdw**.

Чтобы создать новый документ, вызовите команду **Файл — Создать** (рисунок 12).

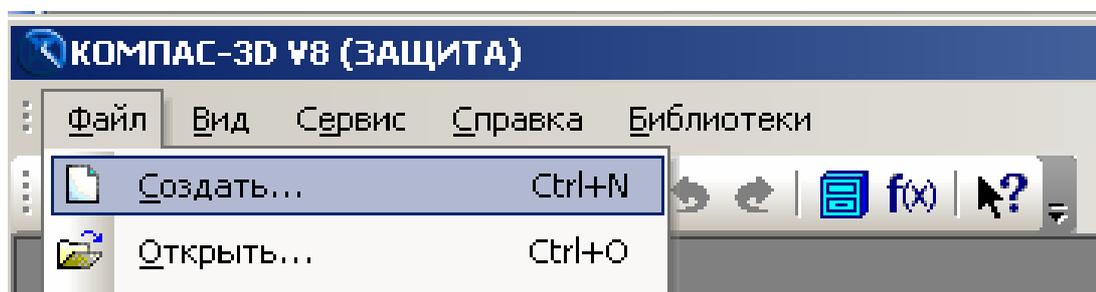


Рисунок 12 — Создание документа

После этого на экране появится диалог создания нового документа (рисунок 13).

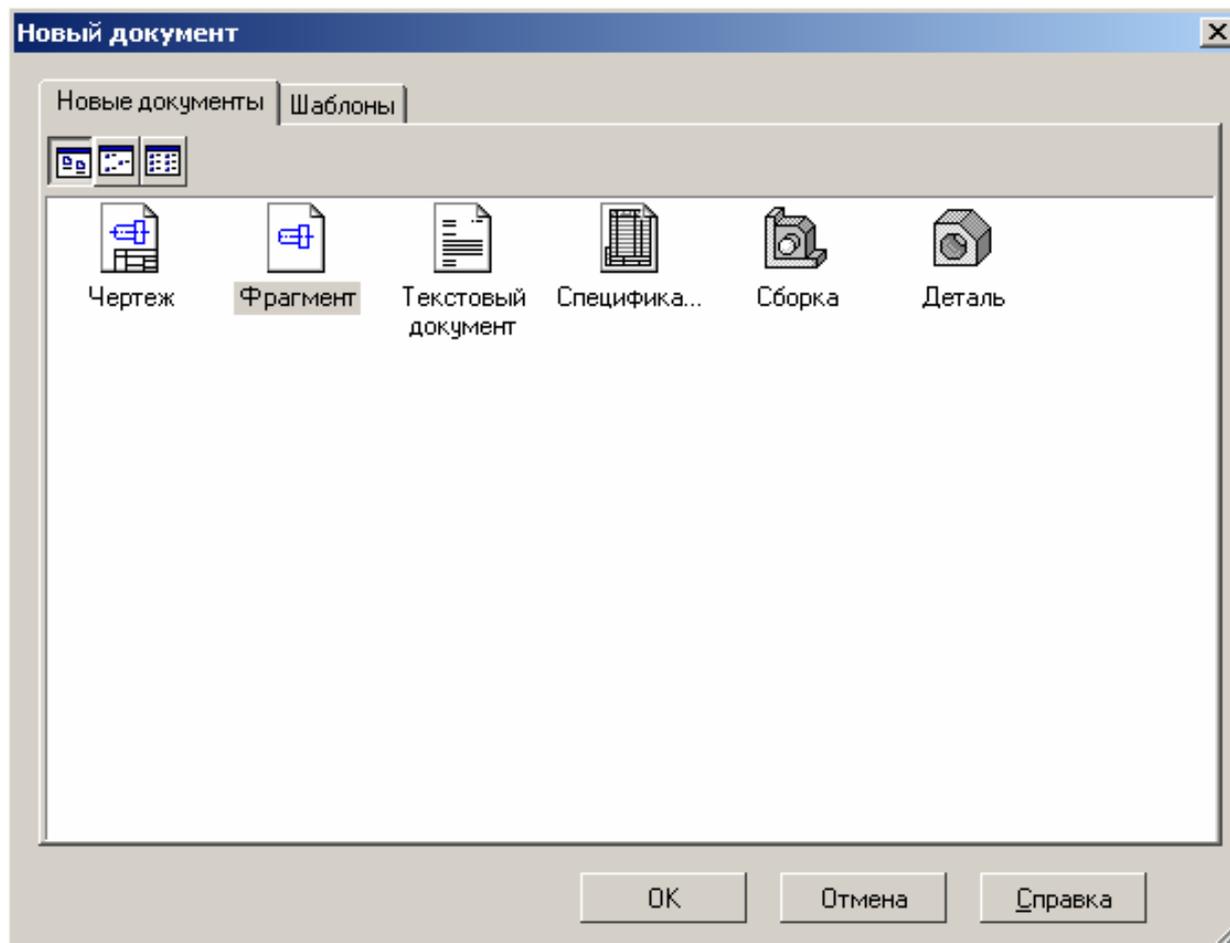


Рисунок 13

На вкладке **Шаблоны** можно выбрать нужный шаблон для нового документа. Если использование шаблона не требуется, выберите тип документа на вкладке **Новые документы**.

Нажмите кнопку **ОК** для создания документа заданного типа или по заданному шаблону.

Каждый созданный новый документ отображается на экране в новом окне.

При создании новых документов используются установленные параметры по умолчанию (например, для чертежа это формат листа, стиль оформления, стили текстовых надписей в различных объектах, параметры отображения и цвет моделей). Если впоследствии вам будет нужно изменить

параметры документа, используйте команду *Сервис — Параметры — Параметры текущего документа*.

3. Просмотр готовых моделей.

Осуществим просмотр готовых трехмерных моделей деталей, которые созданы в Системе. Файлы моделей находятся в папке *Samples*. Папка находится на диске C (рисунок 14).

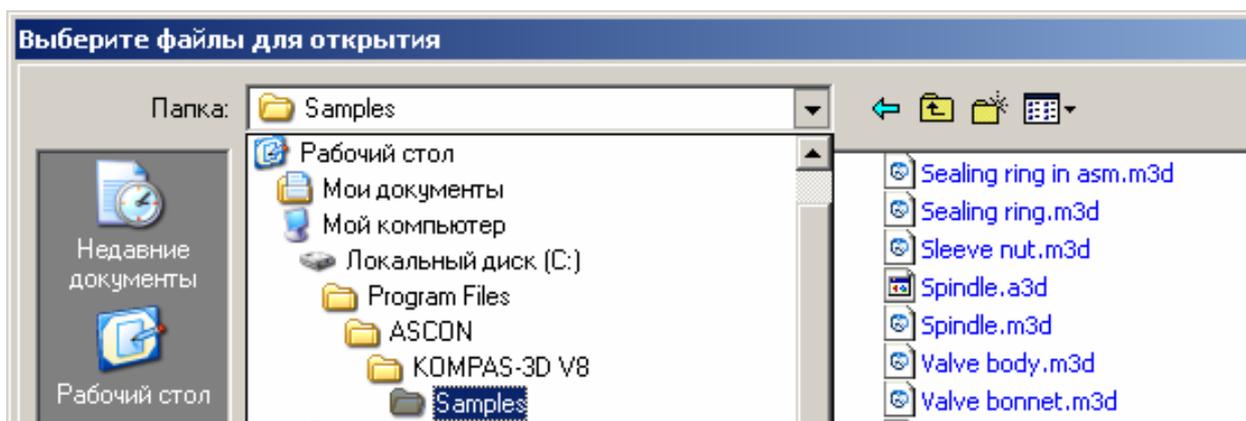


Рисунок 14

Выберите файл для открытия в соответствии с рисунком 14.

В открытом окне увидите изображение корпуса вентиля (рисунок 15).

После открытия файла детали (модели) внешний вид экрана изменяется (рисунок 16).

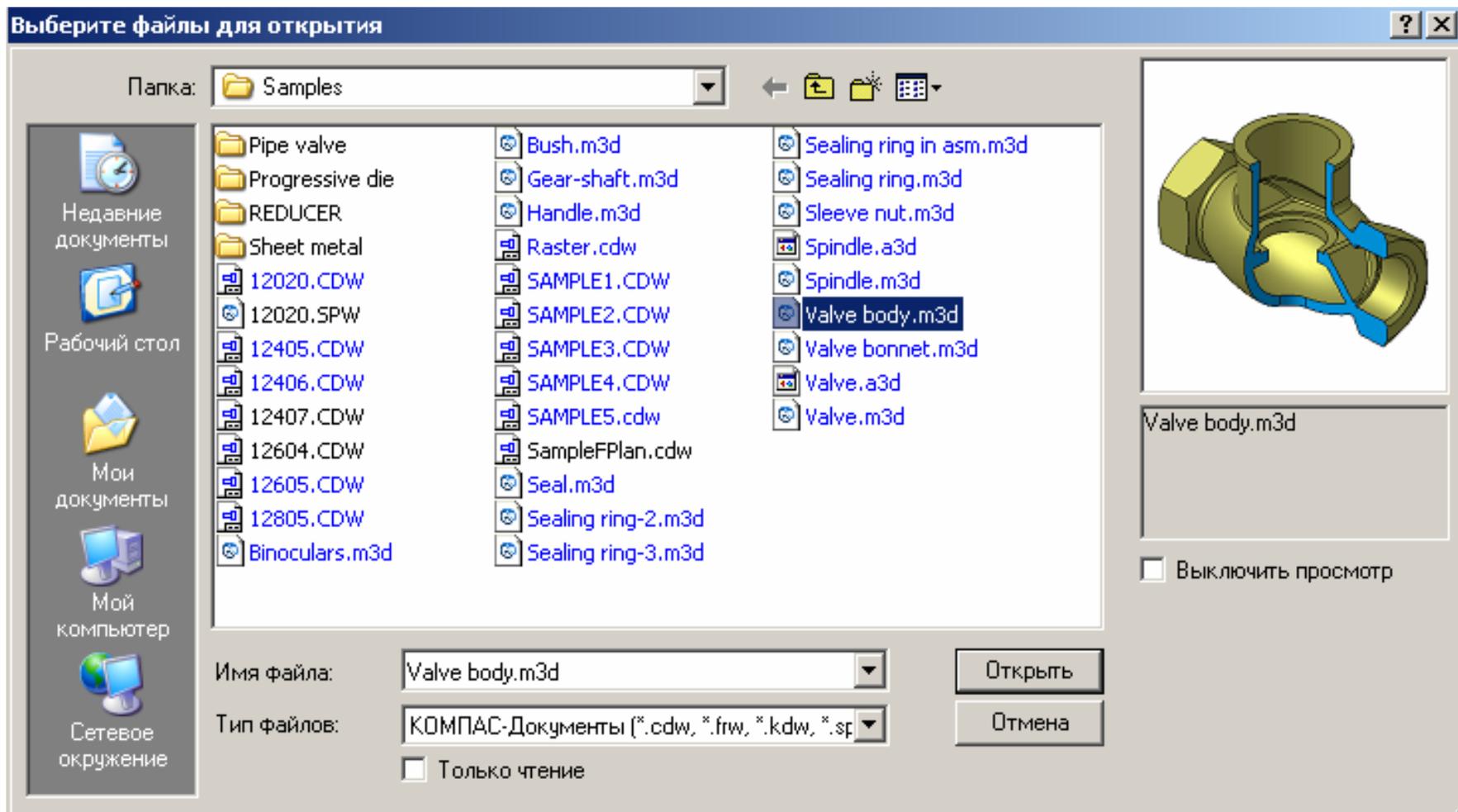


Рисунок 15

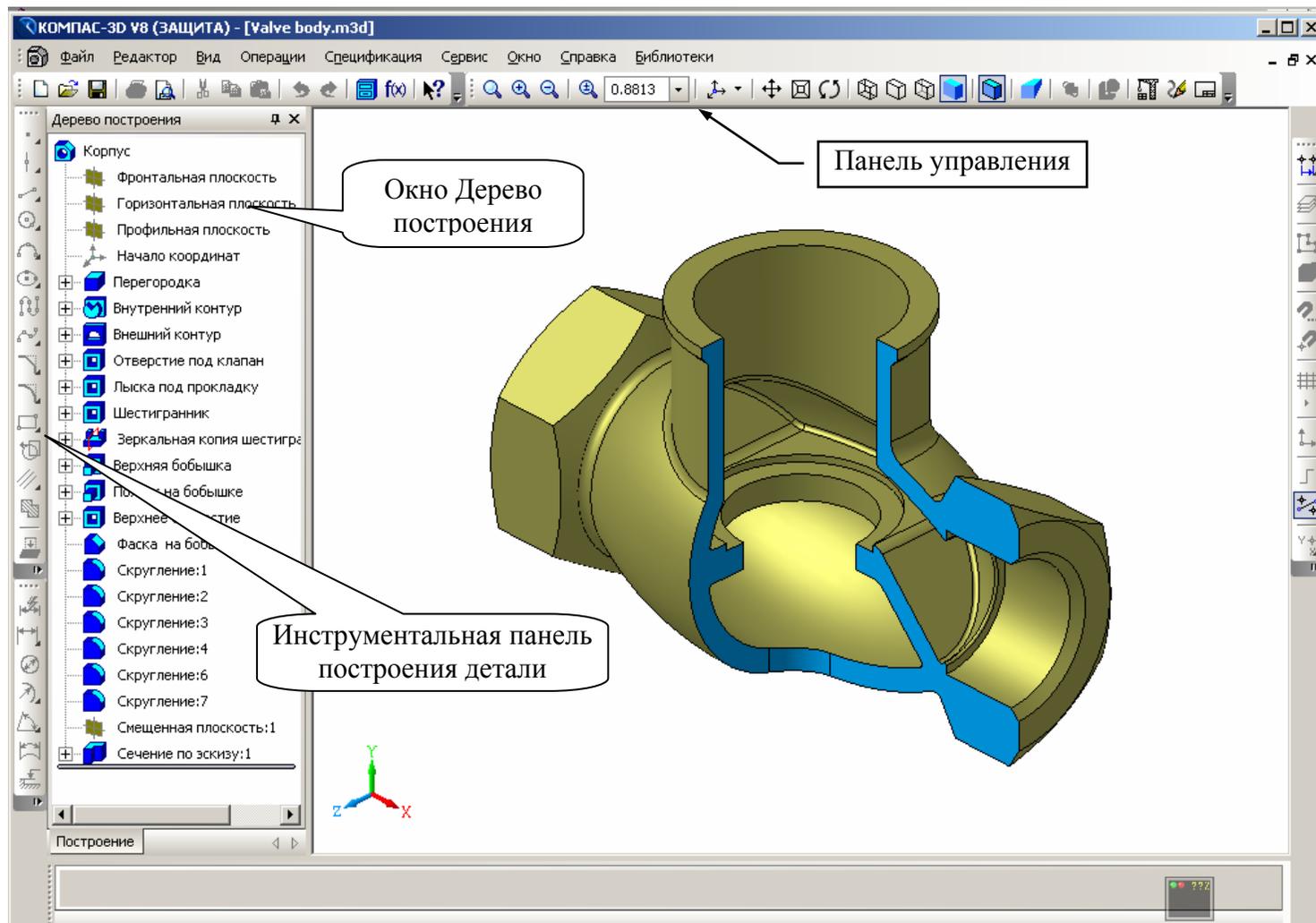


Рисунок 16 — Окно графического документа с моделью корпуса

Познакомьтесь с новыми элементами окна Системы.

1. Панель управления стала содержать кнопки управления отображением документа в окне.

Таблица 2

Команда	Кнопка
Увеличить масштаб рамкой	
Увеличить масштаб	
Уменьшить масштаб	
Текущий масштаб	 1.4555 
Ориентация	
Сдвинуть изображение	
Приблизить/отдалить	
Повернуть изображение	
Отображение — Каркас	
Отображение — Без невидимых линий	
Отображение — Невидимые линии тонкие	
Отображение — Полутоновое	
Отображение — Полутоновое с каркасом	
Отображение — Перспектива	
Перестроить	
Обновить изображение	
Показать все	

2. Появилось окно Дерево построения детали. Дерево построения — это представленная в графическом виде последовательность элементов, составляющих деталь.

Упражнение 1. Отключите Дерево построения, для чего нажмите кнопку *Заккрыть* или выберите команду *Вид — Дерево построения* (рисунок 17).

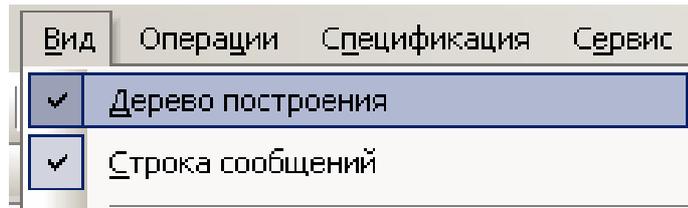
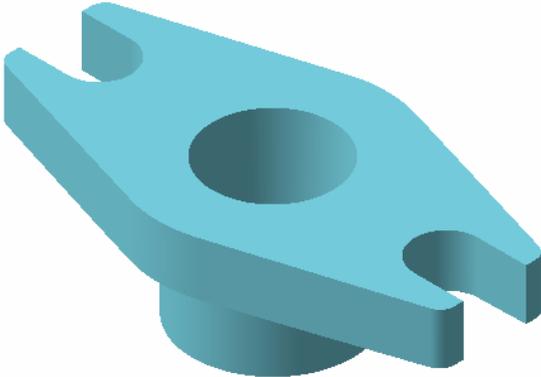
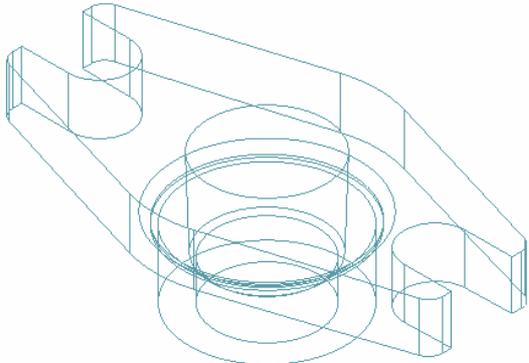
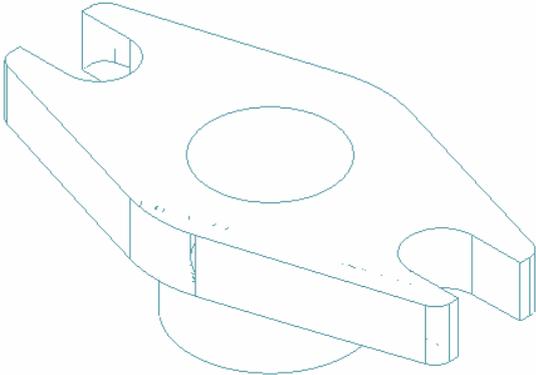
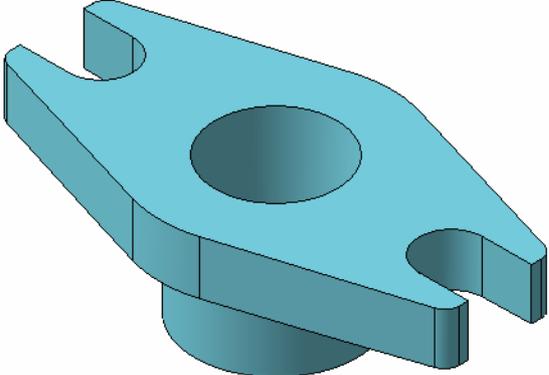


Рисунок 17

Упражнение 2. Выберите различные отображения детали. Ответьте на вопрос, какое из отображений дает наилучшее представление о форме детали?

В таблице 3 показана модель фланца при различных режимах отображения.

Таблица 3

 <p>Отображение — Полупрозрачное</p>	 <p>Отображение — Каркас</p>
 <p>Отображение — Без невидимых линий</p>	 <p>Отображение — Полупрозрачное с каркасом</p>

Упражнение 3. Выберите команду *Повернуть* . Эта команда позволяет динамически поворачивать изображение модели детали различными способами. Исследуйте ее возможности для выявления формы детали. После вызова команды изменяется внешний вид курсора (таблица 4). Попробуйте повернуть деталь различными способами.

Для выхода из команды поворота модели нажмите кнопку *Прервать* команду  на *Панели специального управления*.

Таблица 4

	<p>Вид указателя при вращении модели детали. Нажмите и удерживайте левую кнопку мыши. При перемещении указателя модель будет поворачиваться относительно габаритного параллелограмма</p>
	<p>Вид указателя при вращении детали вокруг точки. Если нужно вращать деталь вокруг точки (вершины, центра) подведите указатель к нужному элементу и после его подсветки щелкните мышью</p>
	<p>Вид указателя при вращении детали вокруг оси. Подведите указатель к нужной оси в окне модели. Когда элемент подсветится, щелкните левой кнопкой мыши. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте указатель. Модель будет поворачиваться вокруг выбранной оси</p>
	<p>Вид указателя при вращении детали вокруг оси, перпендикулярной плоскости. Подведите указатель к нужной точке плоскости (вспомогательной, проекционной или плоской грани) в окне модели. Когда плоскость подсветится, щелкните левой кнопкой мыши. Нажмите и удерживайте левую кнопку мыши в окне модели и перемещайте указатель. Модель будет поворачиваться вокруг указанной оси</p>

Упражнение 4. Исследуйте возможности команд изменения масштаба отображения.

Упражнение 5. Исследуйте возможности команды **Ориентация**



при различных режимах отображения.

Ориентацией называется положение детали относительно наблюдателя. Вы можете выбрать из списка одну из следующих ориентаций: *Нормально к...* (выбранному плоскому объекту — грани), *Спереди, Сзади, Сверху, Снизу, Слева, Справа, Изометрия*.

4. Знакомство с основными операциями твердотельного моделирования.

Как уже указывалось, твердотельное моделирование основано на булевых операциях: объединения, вычитания, пересечения. Образование изображения формы твердой детали осуществляется перемещением плоской фигуры, называемой **эскизом**, а само перемещение эскиза называется **операцией**. Эскиз может располагаться на одной из основных плоскостей проекций или на вспомогательной плоскости и выполняться всеми доступными графическими способами.

Операция выдавливания

Тело выдавливания образуется путем перемещения эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости.

Для создания основания детали в виде элемента выдавливания вызовите команду **Операции** — **Операция выдавливания** или нажмите кнопку **О-**

рация выдавливания  на панели **Редактирование детали**. Команда **Операция выдавливания** доступна, если в модели еще нет основания детали, и выделен один эскиз.

Требования к эскизу элемента выдавливания:

- в эскизе может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;

- если контуров несколько, все они должны быть замкнуты;
- если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие — вложенными в него;
- допускается один уровень вложенности контуров.

После вызова команды на **Панели свойств** появляется диалог, в котором можно установить параметры элемента выдавливания. Все значения параметров при их вводе и редактировании немедленно отображаются на экране в виде фантома элемента выдавливания.

Операции выдавливания позволяют установить параметры элемента выдавливания, т. е. выбираются направление выдавливания (**Прямое направление** или **Обратное направление**) и глубина выдавливания.

Если выбрано выдавливание **Два направления**, тогда глубину выдавливания следует ввести дважды (для прямого и обратного направления). Если плоскость эскиза выбрана в качестве средней плоскости тела выдавливания, тогда значение глубины выдавливания считается общим, т. е. в каждую сторону откладывается его половина.

В зоне **Расстояние** вводится значение глубины выдавливания, т. е. задается значение по третьей координате объема, а в зоне **Уклон** при необходимости вводится значение уклона по третьей координате объема в градусах внутрь или наружу.

Вкладка **Тонкая стенка** позволяет создавать полые объемные детали, при этом задается толщина стенки, которая должна располагаться внутрь или наружу относительно периметра эскиза, и необходимо включить кнопку **Создать тонкую стенку**.

При создании цельных форм кнопка **Создать тонкую стенку** должна быть отключена.

После задания всех параметров элемента выдавливания нажмите кнопку **Создать объект** на **Панели специального управления** для построения основания. Созданный элемент выдавливания появляется в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в **Дереве построения**.

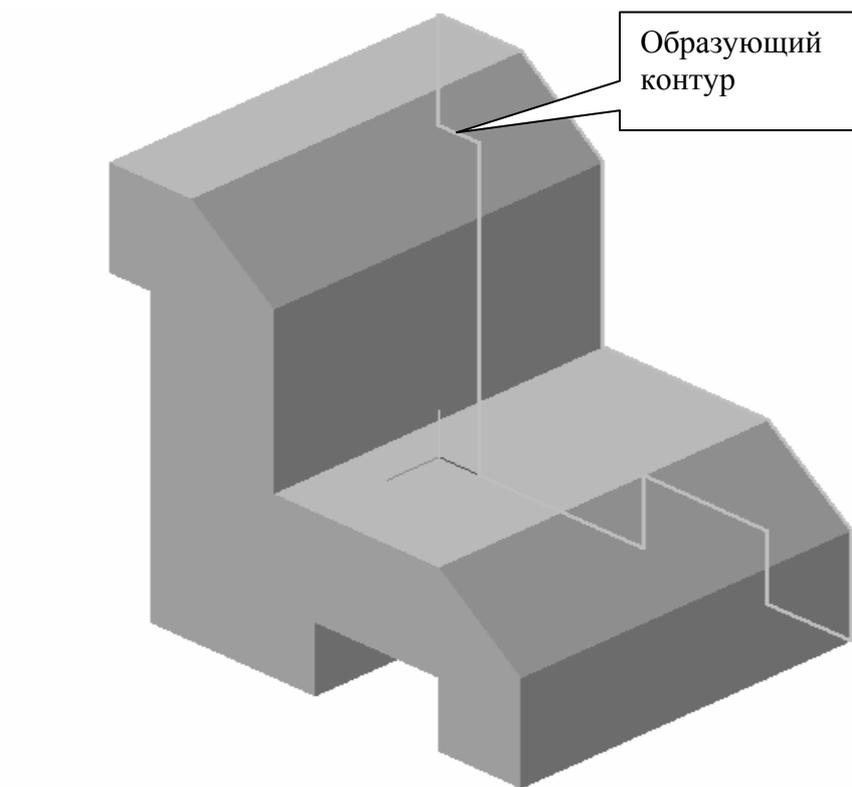


Рисунок 18

Упражнение 6.

Исследуйте возможности команды **Операция выдавливания** для создания детали, изображенной на рисунке 18 (размеры задаются произвольно)

Операция вращения

Позволяет создать основание детали, представляющее собой тело вращения. При выборе операции **Вращение** вместо расстояния следует задать значение угла вращения эскиза вокруг оси вращения.

Команда доступна, если выделен один эскиз.

Требования к эскизу элемента вращения:

- Ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии «Осевая»;
- Ось вращения должна быть одна;
- В эскизе основания детали может быть один или несколько контуров;
- Если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- Если контуров несколько, все они должны быть замкнуты;
- Если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие — вложенными в него;
- Допускается один уровень вложенности контуров;

- Ни один из контуров не должен пересекать ось вращения (отрезок со стилем линии «Осевая» или его продолжение).

Существует два подхода к моделированию тела вращения. Первый — выдавливание эскиза в виде окружности на определенную величину. Далее приклеивание, выдавливание следующего эскиза, построенного на одной из торцевых поверхностей, и т. д.

Второй — вращение нужного профиля будущего тела вокруг определенной оси. Мы выбираем второй способ как наиболее рациональный.

Вначале в выбранной плоскости создаем эскиз, используя команды Инструментальной панели *Геометрия*. Очень удобно в этом случае использовать команду *Непрерывный ввод объекта*. Тип линии — «Основная». Профиль должен повторять выбранный контур тела вращения. Для удобства последующей работы один из углов профиля, примыкающий к осевой линии (оси вращения), рекомендуется привязать к началу координат.

После создания эскиза и проведения осевой линии для создания детали вызовите команду *Операции* — *Операция вращения* или нажмите кнопку



Операция вращения на панели *Редактирование детали*.

После вызова команды на экране появляется диалог, в котором можно установить параметры операции вращения.

Выберите направление вращения и введите угол вращения. Если выбрано вращение в двух направлениях, угол вращения требуется ввести дважды (для прямого и обратного направления). Если плоскость эскиза выбрана в качестве средней плоскости тела вращения, введенное значение угла вращения считается общим (в каждую сторону откладывается его половина).

Если необходимо создать **тонкостенное** тело, поверхность которого представляет собой след движения контура эскиза, активизируйте вкладку *Параметры тонкой стенки*, включите опцию *Толщина* и укажите направление добавления материала, введите значение толщины стенки. Если выбрано создание тонкой стенки в двух направлениях, толщину требуется вве-

сти дважды (для прямого и обратного направления). Если поверхность тела выбрана в качестве средней плоскости тонкой стенки, введенное значение толщины считается общим (в каждую сторону откладывается его половина).

Если вращаемый контур не замкнут, возможно построение **тела-сфероида** или **тела-тороида**. При построении сфероида контур в эскизе автоматически доводится до оси вращения; возможно построение сплошного тела или тонкостенной оболочки. При построении тороида возможно создание только тонкостенной оболочки.

Упражнение 7. Исследуйте возможности команды **Операция вращения**, редактируя контур эскиза и параметры операции (рисунок 19).

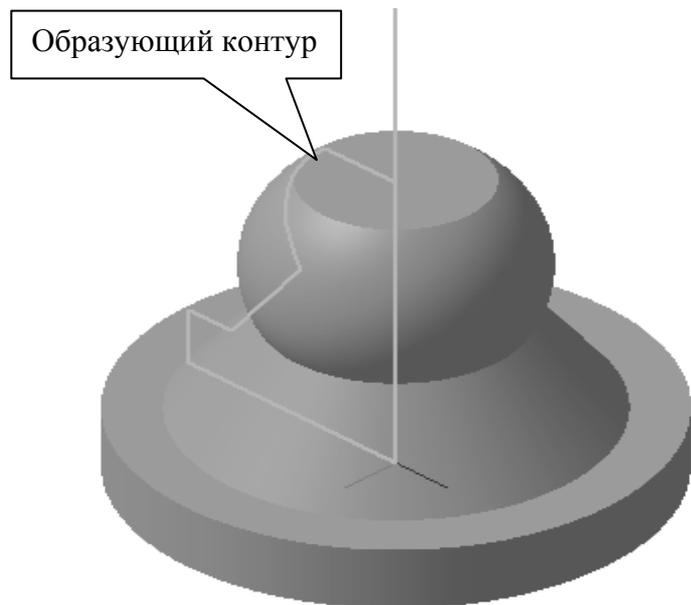


Рисунок 19

Кинематическая операция

Позволяет создать основание детали, представляющее собой результат перемещения эскиза-сечения вдоль эскиза-траектории.

Если траектория замкнута, она должна пересекать плоскость эскиза-сечения. Если траектория разомкнута, один из ее концов должен лежать в плоскости эскиза-сечения.

Команда доступна, если в детали существует более одного эскиза.

Требования к эскизам кинематического элемента. При выполнении кинематической операции используются **как минимум два эскиза**: один из них — сечение кинематического элемента, остальные — траектория движения сечения.

Эскиз-сечение:

- в эскизе-сечении может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым.

Эскиз-траектория. Если траектория состоит из одного эскиза, должны выполняться следующие условия:

- в эскизе-траектории может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым.



После вызова команды **Кинематическая операция** кнопкой на экране появляется диалог, в котором можно установить **параметры** кинематической операции.

Чтобы выбрать сечение создаваемого элемента, включите опцию **Сечение** диалога и укажите нужный эскиз (в Дереве построения детали или в окне детали). Название выбранного эскиза появится в диалоге под опцией **Сечение**.

Чтобы выбрать траекторию движения сечения, включите опцию **Траектория** диалога и укажите эскиз-траекторию (или несколько эскизов). Если указывается несколько эскизов, они должны быть незамкнутыми и последовательно соединяться, образуя непрерывную траекторию.

Вы можете указать способ ориентации сечения в пространстве на протяжении его перемещения вдоль траектории. Для этого в опции **Движение образующей** выберите один из вариантов: **Параллельно самой себе**, **Сохранять угол наклона** и **Ортогонально траектории**.

Если необходимо создать **тонкостенное тело**, поверхность которого представляет собой след движения контура эскиза, активизируйте вкладку **Параметры тонкой стенки**, включите опцию **Толщина** и укажите направление добавления материала, введите значение толщины стенки. Если выбрано создание тонкой стенки в двух направлениях, толщину требуется ввести дважды (для прямого и обратного направления). Если поверхность тела выбрана в качестве средней плоскости тонкой стенки, введенное значение толщины считается общим (в каждую сторону откладывается его половина).

Если контур в эскизе сечения не замкнут, может быть построен только **тонкостенный элемент**.

Упражнение 8. Исследуйте возможности команды *Кинематическая операция*, редактируя контуры эскизов и параметры операции модели, изображенной на рисунке 20 (например, задайте создание тонкой стенки).

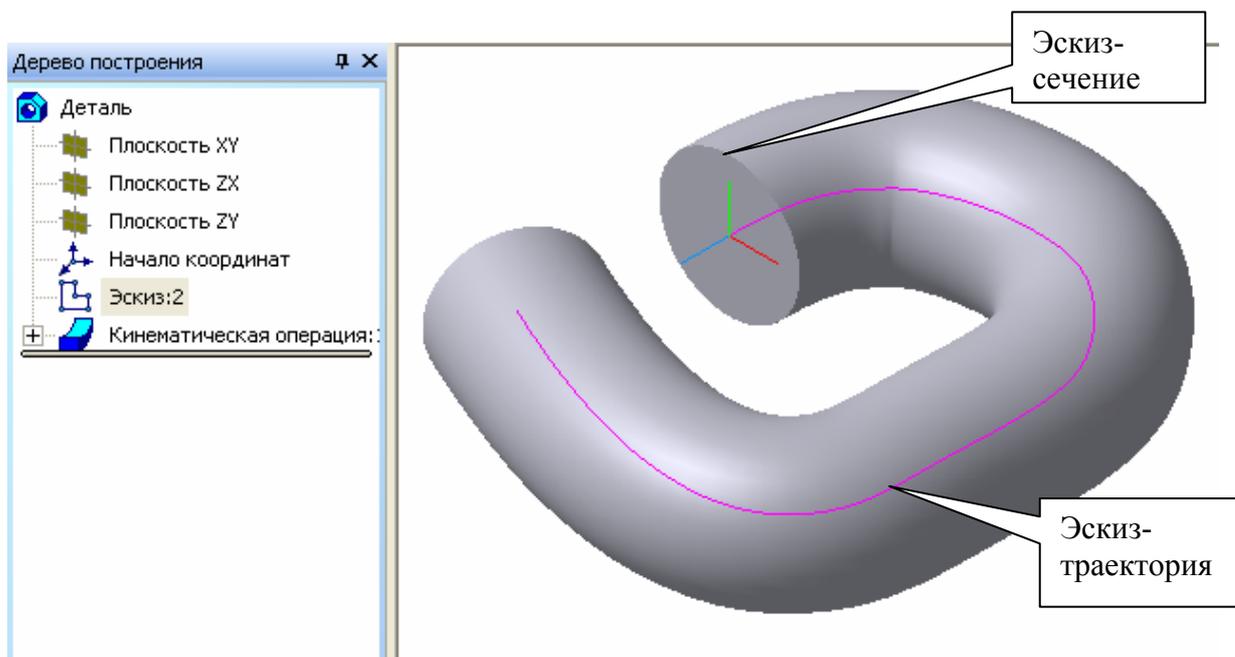


Рисунок 20

Операция по сечениям

Позволяет создать основание детали, указав несколько его **сечений**, изображенных в разных эскизах.

Требования к эскизам элемента по сечениям:

- Эскизы могут быть расположены в произвольно ориентированных плоскостях;
- В каждом эскизе может быть только один контур;
- Контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.

Для создания модели используется кнопка  **Операция по сечениям**. Команда доступна, если в детали существует более одного эскиза. После вызова команды на экране появляется диалог, в котором можно установить параметры операции по сечениям. Для построения элемента нужно указать все его сечения в том порядке, в котором они следуют в элементе.

Операция *Приклеить выдавливанием*

Позволяет добавить к детали формообразующий элемент, представляющий собой тело выдавливания.



После вызова команды **Приклеить выдавливанием** на экране появляется диалог, в котором можно установить параметры элемента выдавливания. Выберите направление выдавливания (прямое, обратное, в двух направлениях или от средней плоскости).

При создании приклеиваемого элемента выдавливания доступно несколько вариантов определения глубины выдавливания.

Первый вариант — **На расстояние**. Его выбор означает, что выдавливание должно производиться на заданное расстояние.

Второй вариант — **До вершины**. Его выбор означает, что глубина выдавливания определяется автоматически по положению указанной пользователем вершины: плоскость торца элемента должна проходить через вершину или на заданном расстоянии от вершины. При выборе опции **До вершины** требуется указать эту вершину в окне детали (указанная вершина подсвечивается) и ввести расстояние между указанной вершиной и торцом элемента. Если нужно выдавить элемент точно до вершины, введите нулевое расстояние.

Третий вариант — **Через всю деталь**. Его выбор означает, что глубина выдавливания определяется автоматически: элемент выдавливается до грани, наиболее удаленной от плоскости эскиза в направлении выдавливания.

Операция *Приклеить вращением*

Позволяет добавить к детали формообразующий элемент, представляющий собой тело вращения.

Команда доступна, если выделен один эскиз. Используется кнопка



Приклеить вращением.

После вызова команды на экране появляется диалог, в котором можно установить параметры элемента вращения.

Выбирается направление вращения и вводится угол вращения. Если выбрано вращение в двух направлениях, угол вращения требуется ввести дважды (для прямого и обратного направления). Если плоскость эскиза выбрана в качестве средней плоскости тела вращения, введенное значение угла вращения считается общим (в каждую сторону откладывается его половина).

Упражнение 9. Для знакомства с указанными операциями создайте документ *Деталь* и поэкспериментируйте над созданием моделей по своему усмотрению или, скопировав файл-заготовку, отредактируйте модель, не сохраняя созданный документ.

Последовательность выполнения

1. После загрузки редактора выполнить команду: **Файл — Создать — Деталь**.

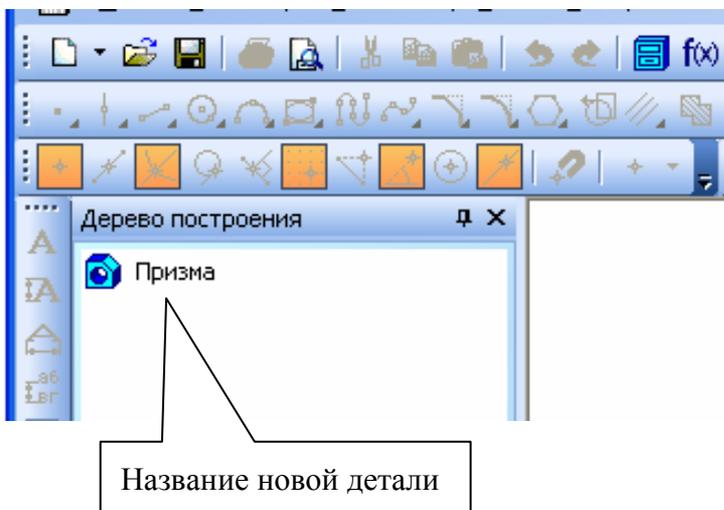


Рисунок 22

2. В главном окне КОМПАС-3D появится окно документа с **Деревом построения** и названием новой детали (модели) — **Деталь**. Целесообразно переименовать название детали в соответствии с разрабатываемым типом детали (призма, конус, сфера и т. п.).

Для этого необходимо выделить название, щёлкнув по нему мышью, затем щёлкнуть на нём же левой кнопкой мыши и записать в открывшемся диалоговом окне новое название детали — **Призма**. (Рисунок 22.)

3. Построение модели начинается с построения контура основания. Активируем щелчком мыши горизонтальную плоскость проекций (плоскость ZX).

4. Нажать кнопку  **Новый эскиз**, Система перейдёт в режим построения и редактирования контура основания. При этом становятся активными все команды, соответствующие работе в режиме 2D. (Рисунок 23.)

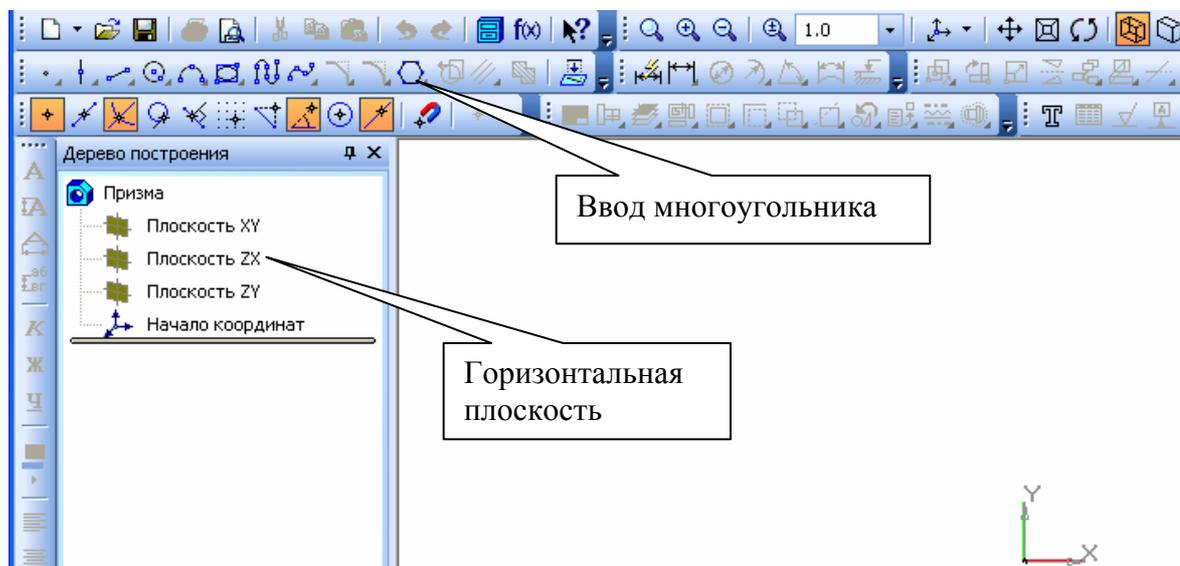


Рисунок 23

5. Нажать кнопку  **Ввод многоугольника** и проставить в **Полях ввода**: значение сторон многоугольника — 5, радиус описанной окружности — 37,5. Проверить после ввода центра многоугольника окружность, по которой он строится, щёлкнув правой кнопкой мыши и, если необходимо, снять «галочку» в строке **По вписанной окружности**, переключив на **По описанной окружности**.

6. Зафиксировать окончание построения контура основания нажатием кнопки , после чего Система переходит в режим построения модели.

Выполняем команду **Выдавливание** . В появившемся диалоговом окне задать расстояние 90 мм и нажать кнопку **Создать объект**. (Рисунок 24.)

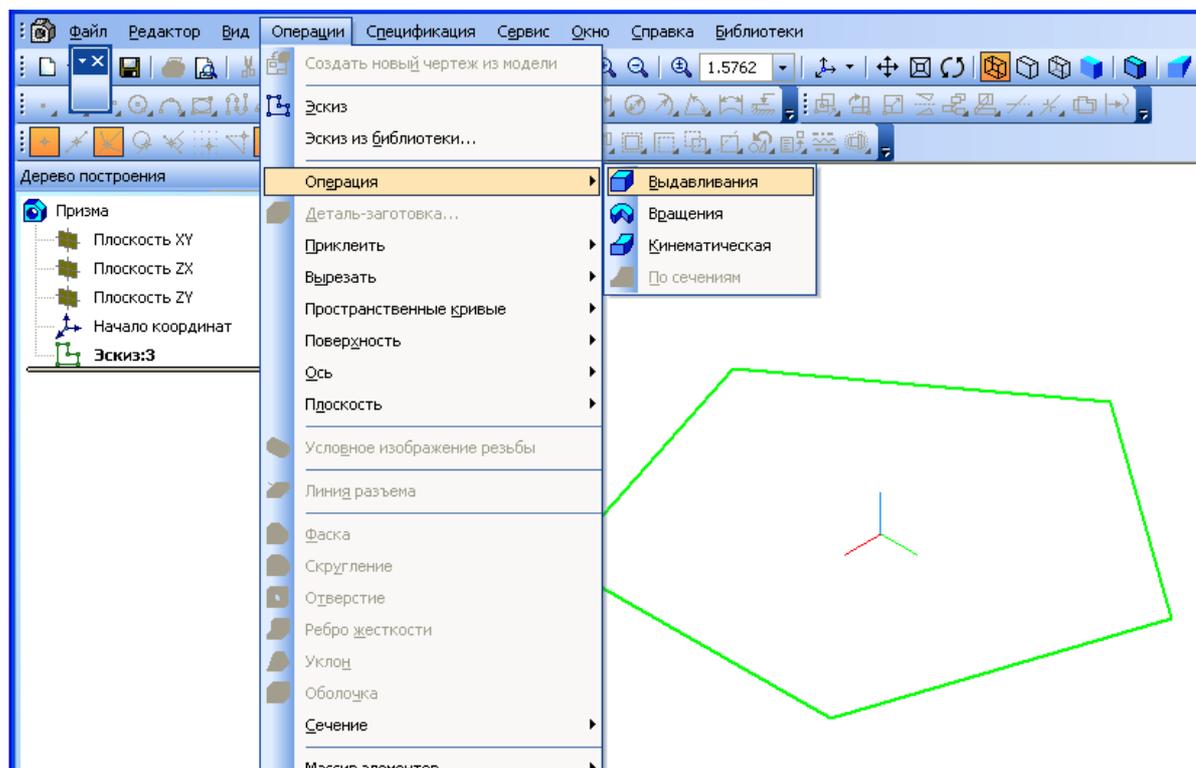


Рисунок 24

7. Следующий этап построения модели — создание в ней цилиндрического отверстия.

Укажем верхнюю плоскость призмы для построения нового контура, щёлкнув на ней мышью, и нажмём кнопку **Новый эскиз** . Система перешла в режим плоского моделирования. Построим в новой плоскости окруж-

ность с радиусом 20 мм и нажмём кнопку *Закончить редактирование* .

Система вновь перешла в режим построения модели. (Рисунки 25, 26.)

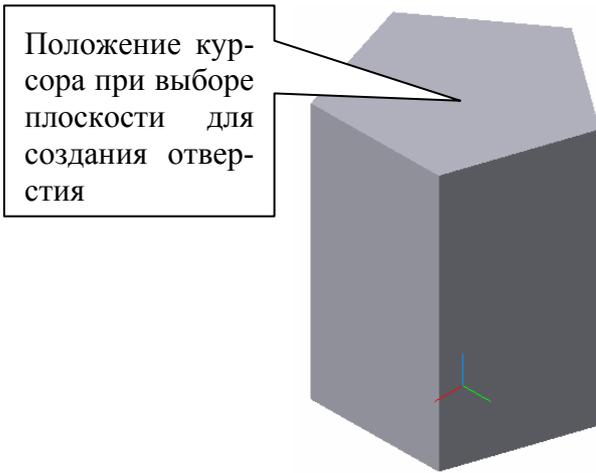


Рисунок 25

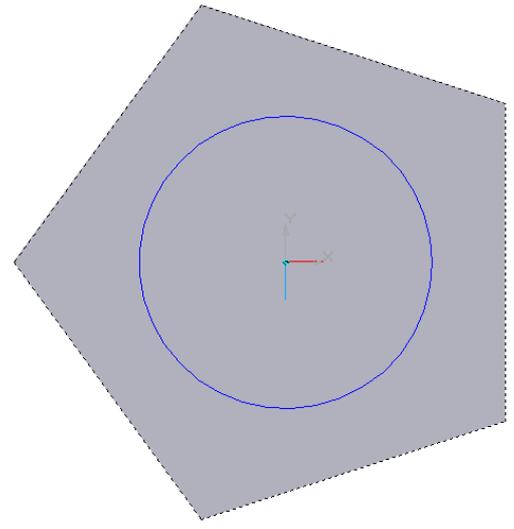


Рисунок 26

8. Выбрать операцию *Вырезать выдавливанием*, установить параметры операции *Через все* и *Прямое направление*. После этого нажать клавишу *Создать объект*. (Рисунок 27.)

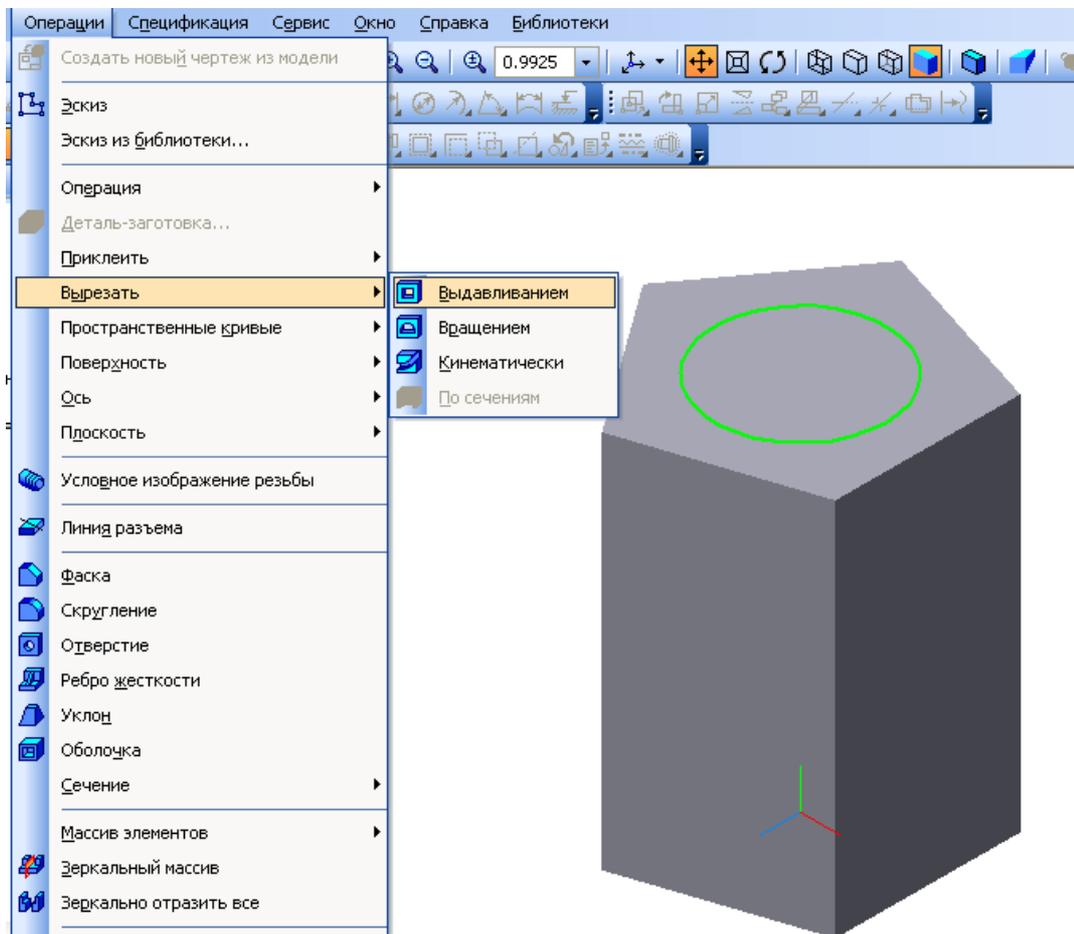


Рисунок 27

9. Следующий шаг в создании модели — выполнение сквозного отверстия в виде фронтально-проецирующей призмы. Для этого надо выбрать новую плоскость для построения в ней нового контура, выполнить команду **Вырезать выдавливанием**, установить параметры новой операции.

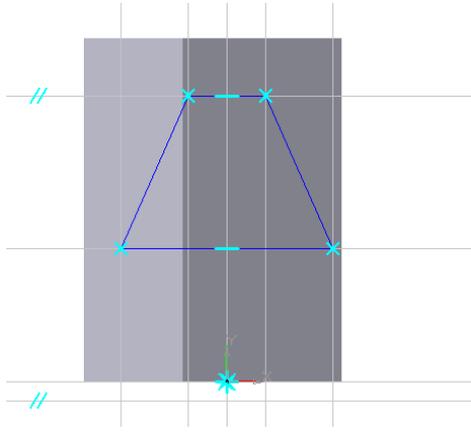


Рисунок 28

Активизируем плоскость XU , щёлкнув на ней мышью, и откроем **Новый эскиз**, нажав кнопку .

Построим в этой плоскости контур проецирующей призмы, используя для этой цели вспомогательные линии страницы **Геометрии**. (Рисунок 28.)

Закончим построение очередного контура выполнением команд **Закончить редактирование** и **Вырезать выдавливанием**, установив в диалоговом окне параметры операции вырезания сквозного отверстия: **Два направления** выдавливания от плоскости XU и в обоих — **Через всё**, после чего нажать клавишу **Создать объект**. (Рисунок 29.)

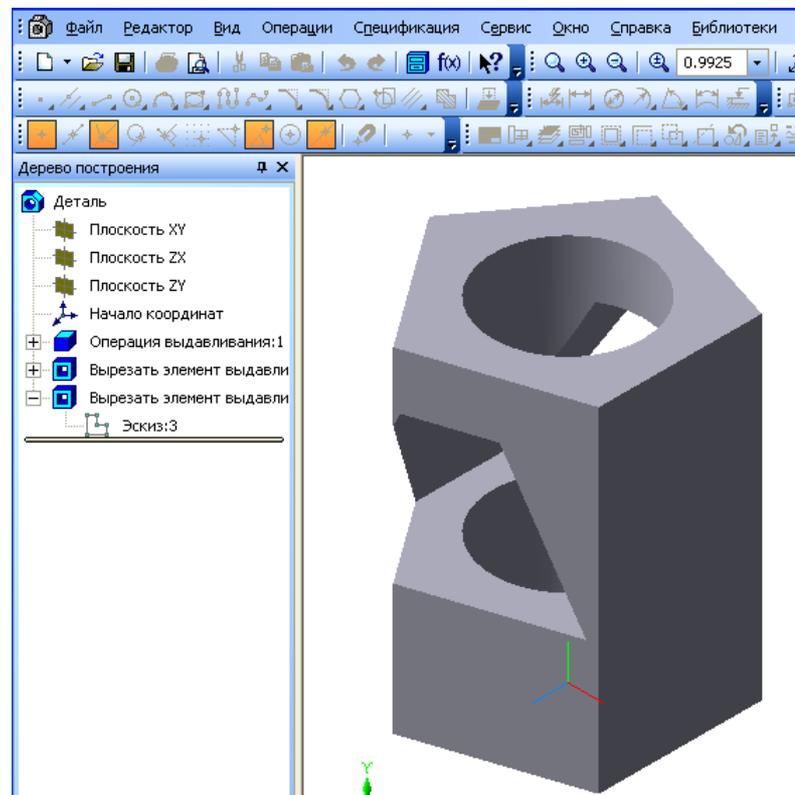


Рисунок 29

2. Редактирование модели.

Рассмотрим некоторые вопросы редактирования созданной модели.

Информация об операциях, выполненных в процессе построения модели, записана в *Дереве построения*, и на её основе можно вернуться к редактированию любой из них.

Общий принцип отмены операции или её редактирования заключается в следующем:

- вызвать меню команд по выполнению действий над выделенным объектом, щёлкнув на нём правой кнопкой мыши;
- задать необходимую команду из меню.

Задание 2. Отменить операции вырезания цилиндра и призмы, построить новую модель по чертежу, представленному на рисунке 30.

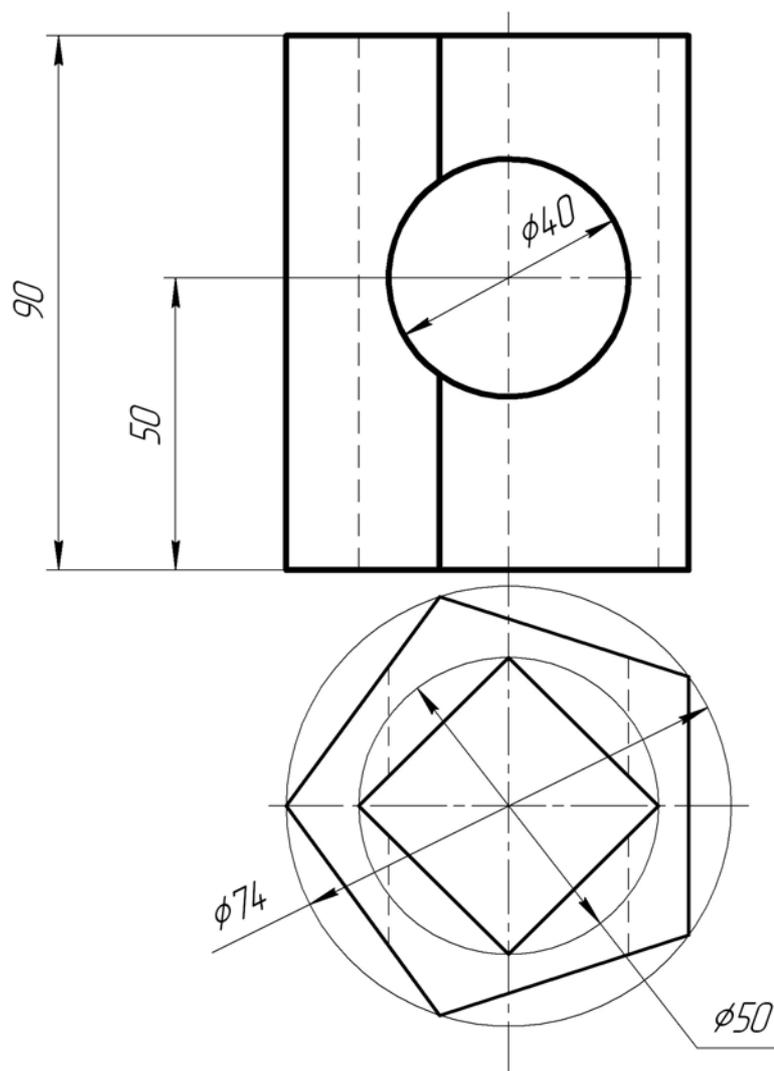


Рисунок 30

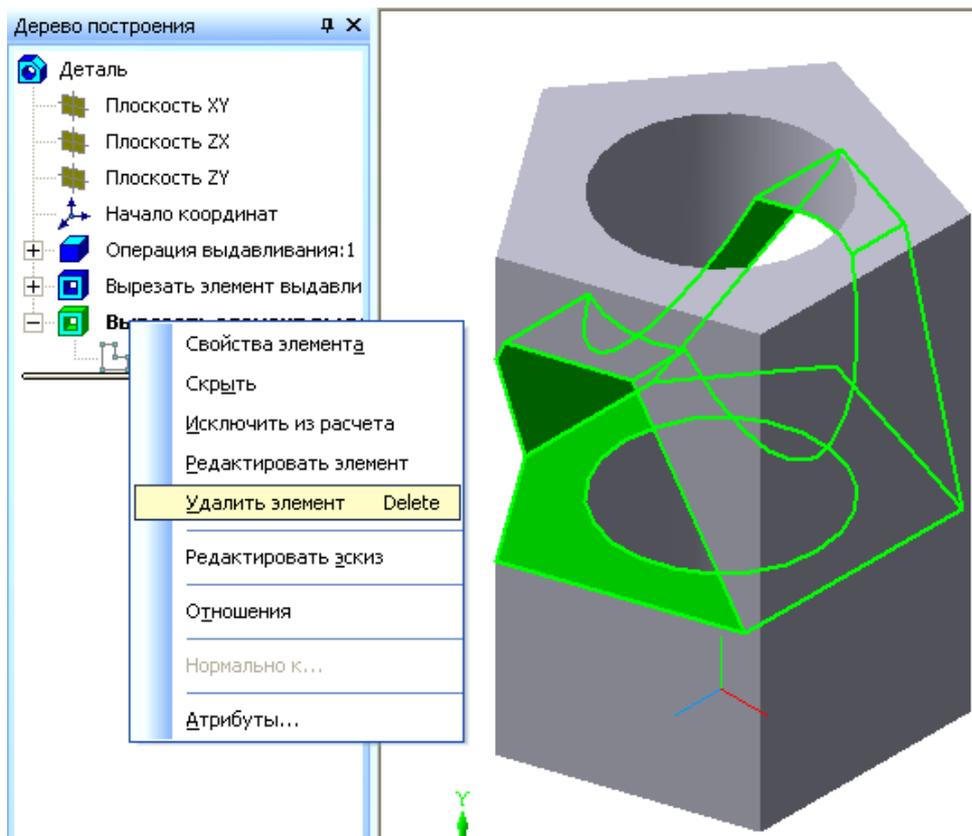


Рисунок 31

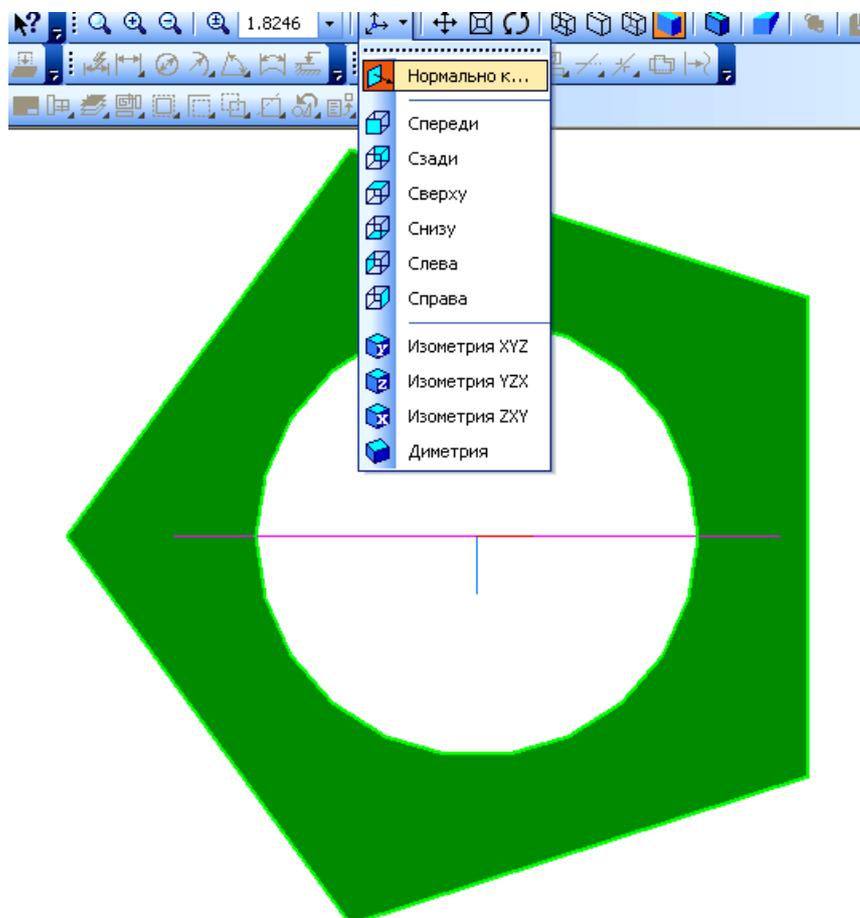


Рисунок 32

Откроем созданную ранее модель *Призма* (в своей, естественно, папке), снимем с неё копию с использованием команды *Сохранить как* из меню *Файл* и дадим название файлу — *Призма 2*.

1. В *Дереве построения* выделим операцию вырезания отверстия в виде призмы и в меню команд выполним команду *Удалить элемент*. (Рисунок 31.)

Операция *Вырезание призмы* отменена, что и отмечено в *Дереве построения*.

2. Редактирование по отмене операции *Вырезание цилиндра* выполним по другой схеме, совместив её с операцией вырезания горизонтально-проецирующей четырехгранной призмы.

3. Алгоритм дальнейших построений модели заключается в следующем:

- сориентировать модель верхней плоскостью *Нормально к...* (рисунок 32);
- щёлкнуть на эскизе 2 в *Дереве построения* правой кнопкой мыши. Активировать команду *Редактировать эскиз* в появившемся контекстном меню;
- выделить щелчком окружность, а затем удалить её, нажав клавишу <Delete> на клавиатуре.

4. Построить новый контур четырехугольника по радиусу 25 мм описанной окружности. Нажать кнопку *Закончить редактирование*. Замена операции в данном случае не предусмотрена. Изображения *Дерева построения* и модели, после выполненных действий показаны на рисунке 33.

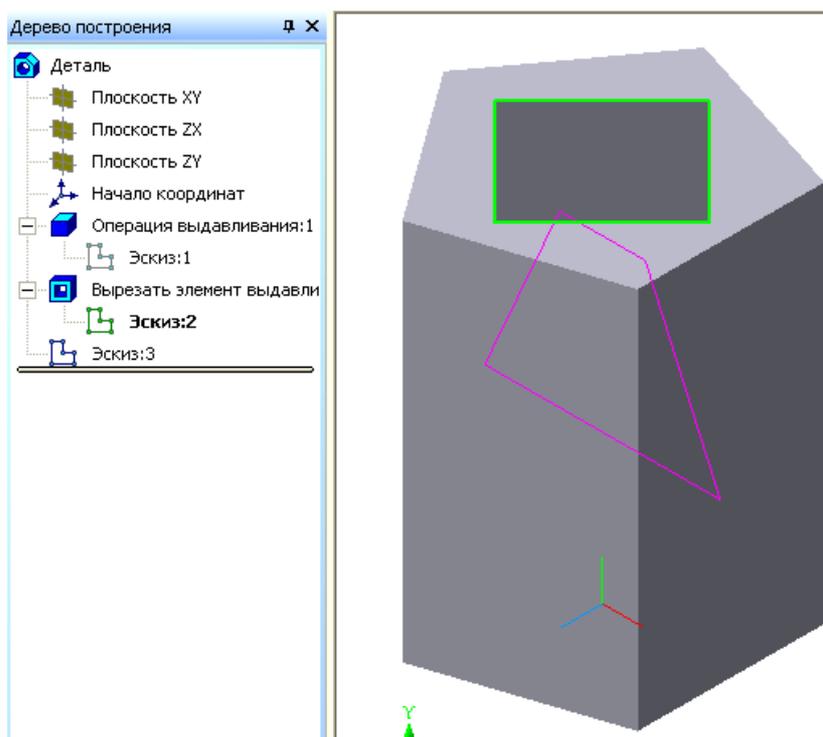


Рисунок 33

5. Операцию вырезания цилиндра выполнить самостоятельно. Окончательный результат редактирования, а по сути — создание новой модели, представлен на рисунке 34.

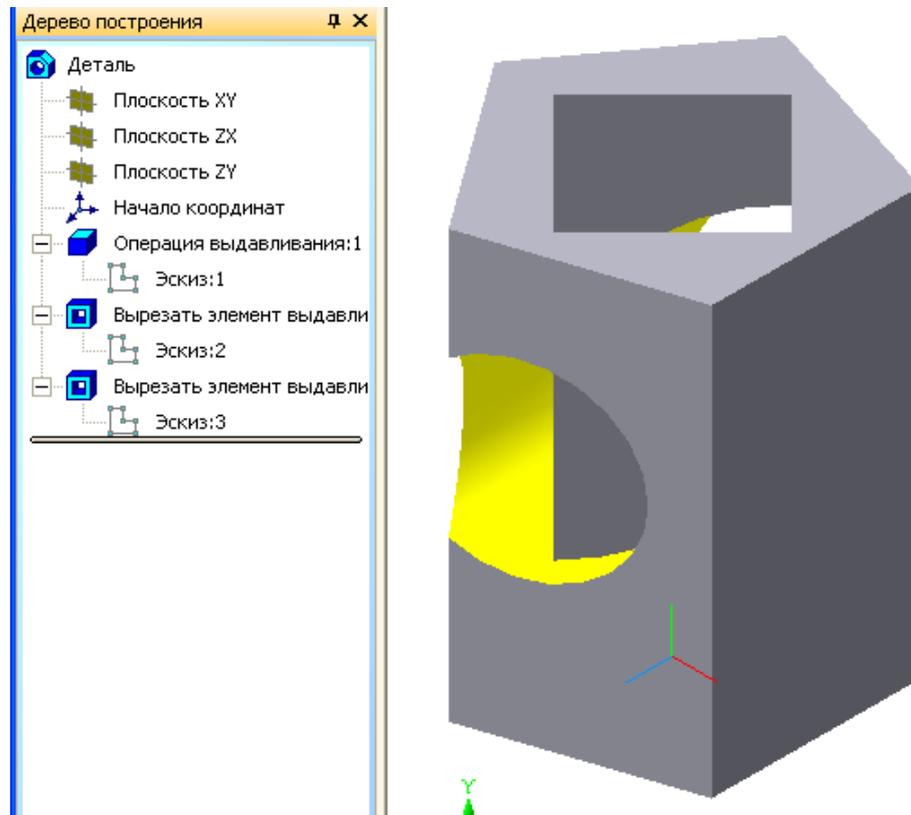
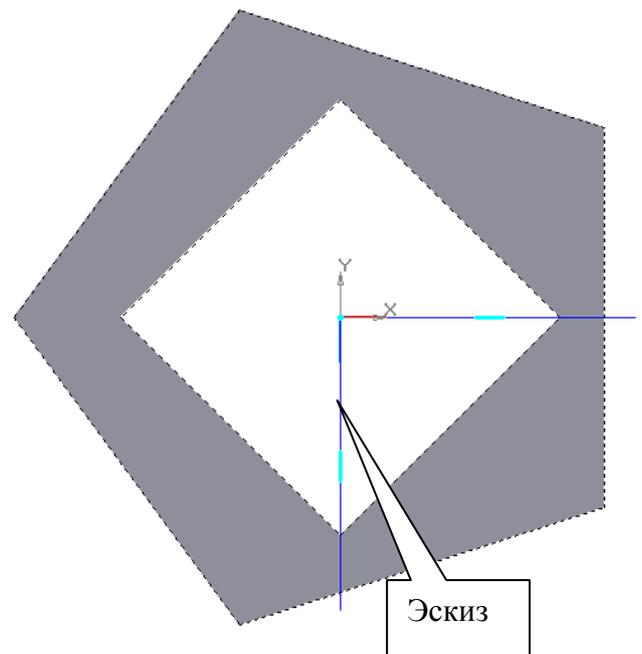


Рисунок 34

Задание 3. Выполнить вырез 1/4 части построенного многогранника.

Задание выполняется самостоятельно на основании полученных навыков и в последовательности, показанной на рисунке 35.

Примечание — Для изменения цвета грани щелкните левой клавишей мыши на грани и выберите опцию *Свойства грани*, измените цвет в соответствующей строке.



1.

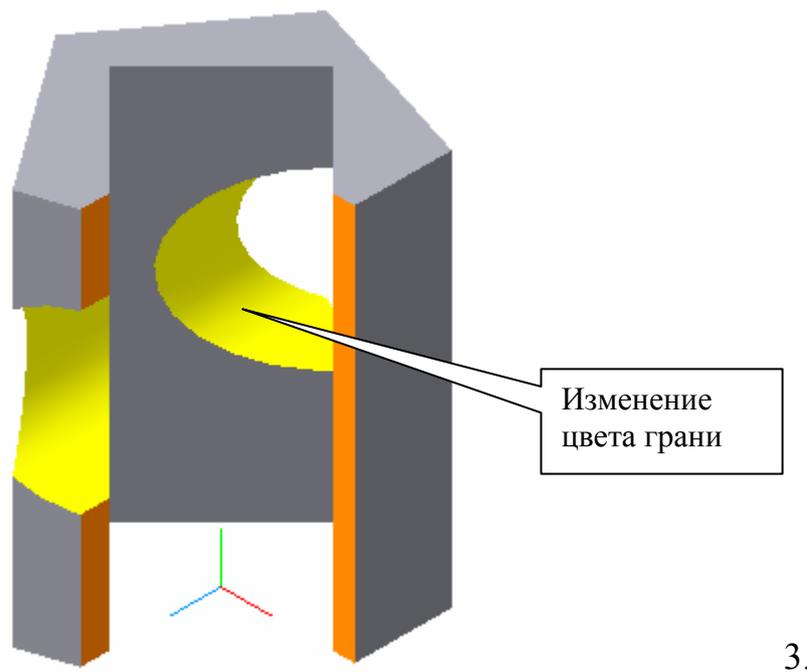
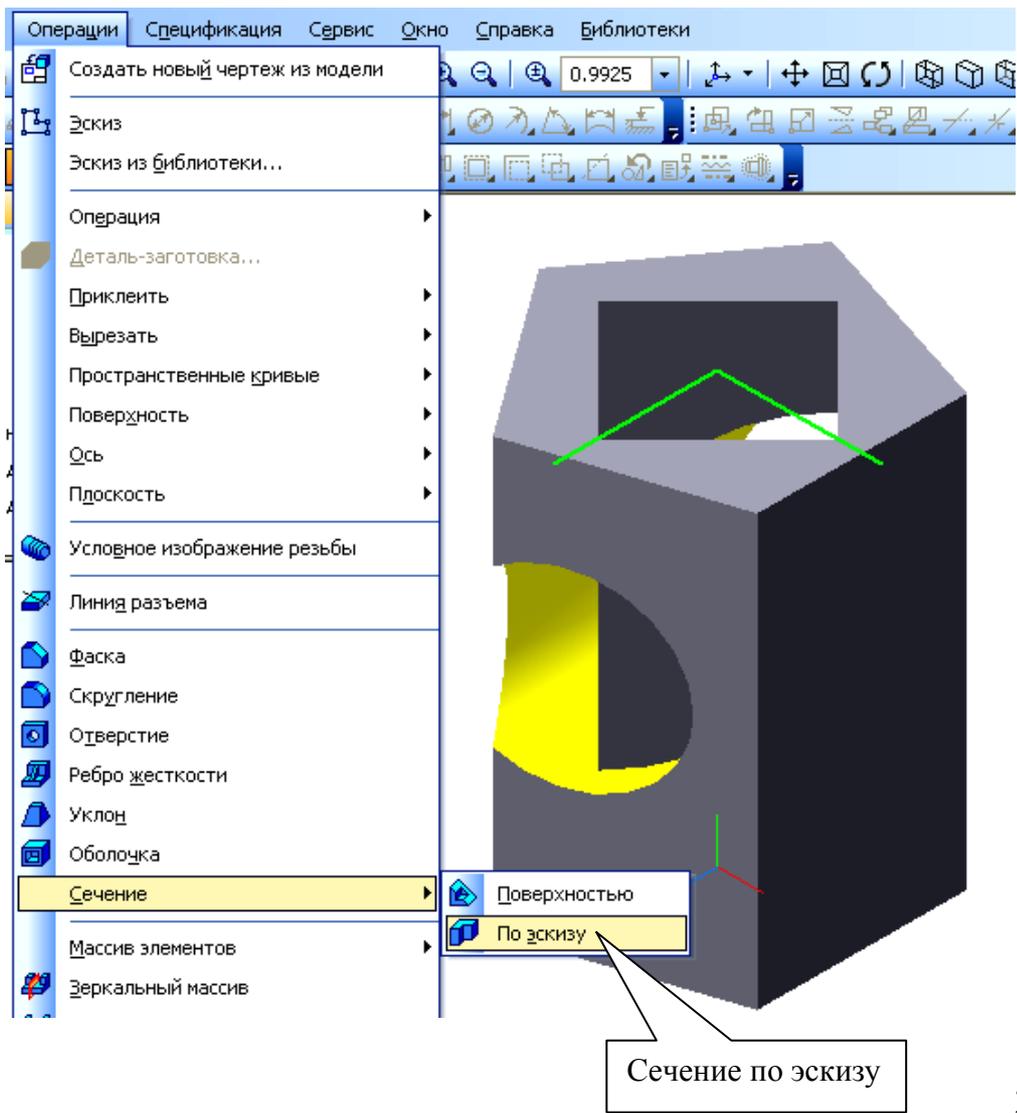


Рисунок 35

Лабораторная работа № 3 Трехмерное моделирование тел вращения

Цель работы: приобретение практических навыков построения трехмерных моделей тел вращения.

Порядок выполнения работы

1. Построение трехмерных моделей тел вращения по основанию.

Задание 1. Построить модель цилиндра со сквозным призматическим отверстием, используя команду *Выдавливание* (рисунок 36).

Последовательность выполнения такая же, как в лабораторной работе № 2.

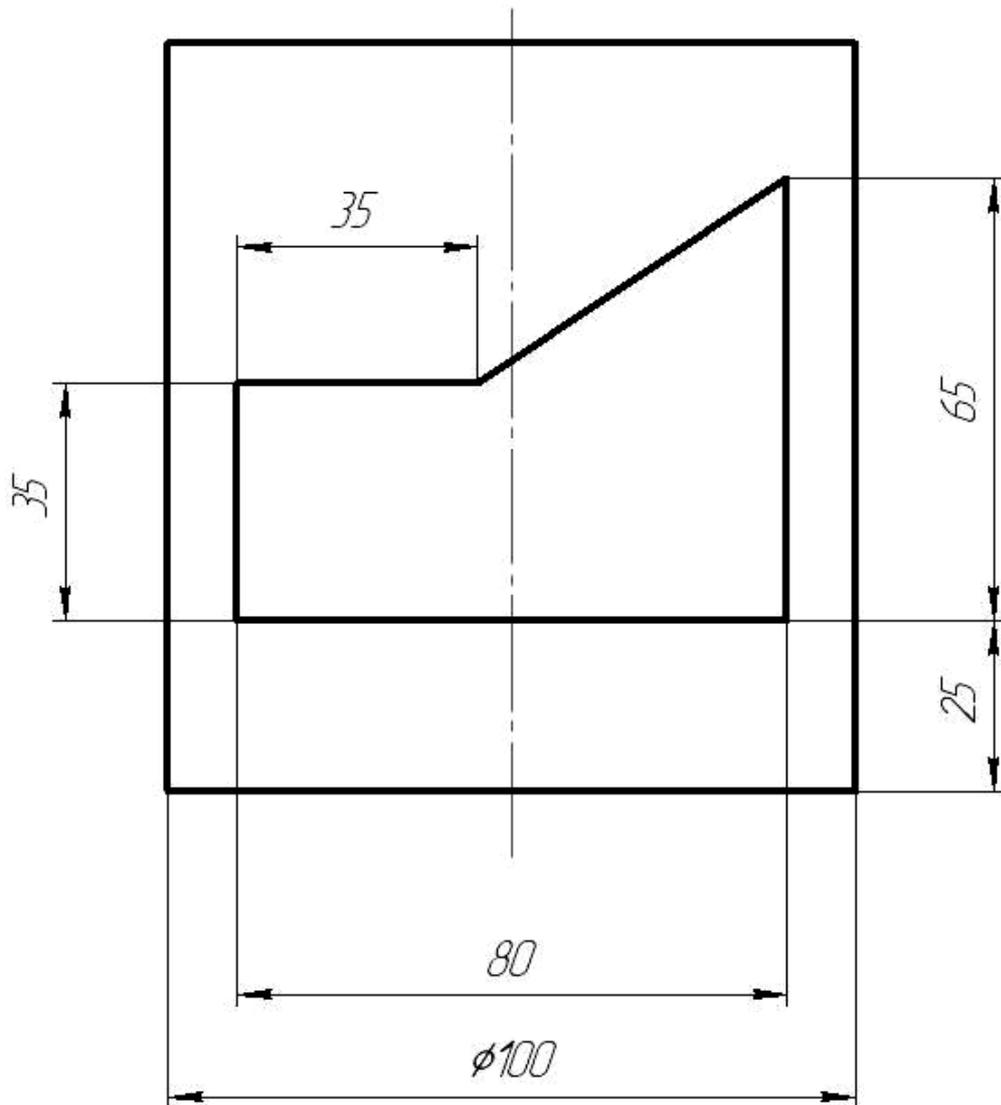


Рисунок 36

1. Создаем новый эскиз в плоскости XZ . Вычерчиваем окружность радиусом 50 мм. Для построения модели выбираем операцию **Выдавливание**, устанавливаем необходимые параметры. (Рисунок 37.)

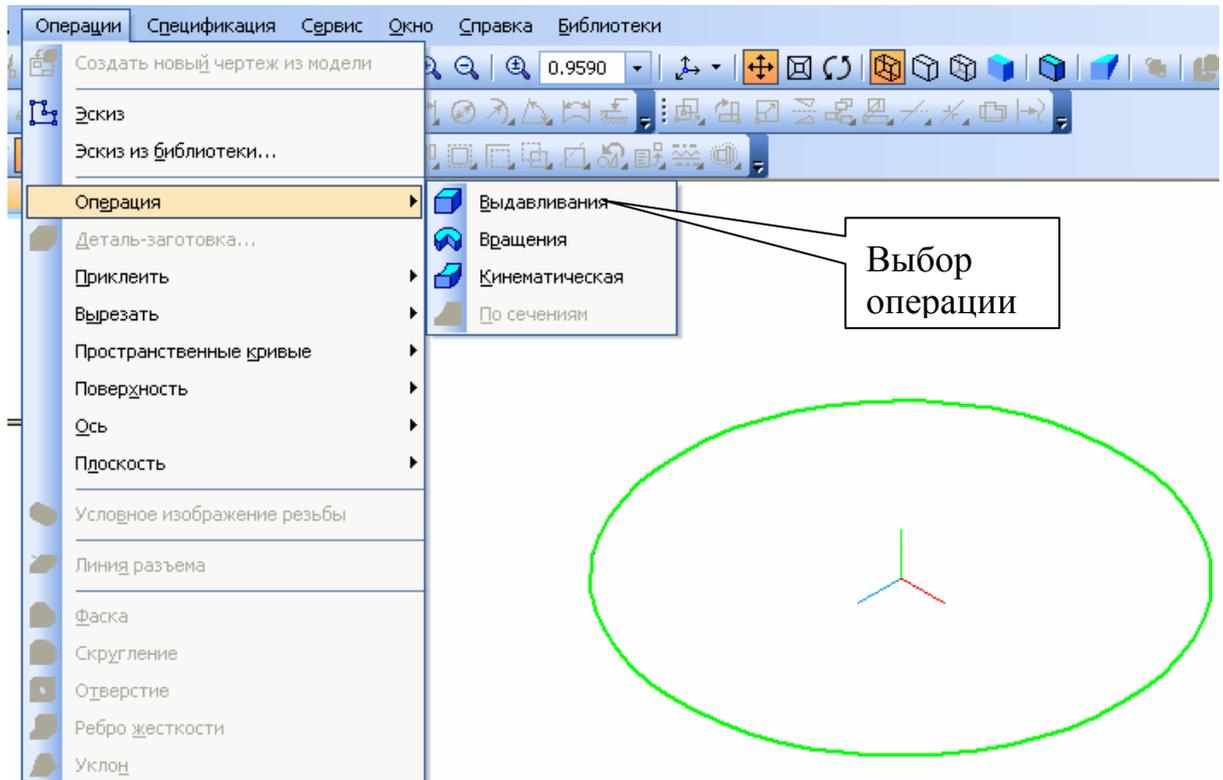


Рисунок 37

2. Для построения призматического отверстия создаем новый эскиз в плоскости XU , используя для этой цели линии вспомогательных построений (рисунок 38).

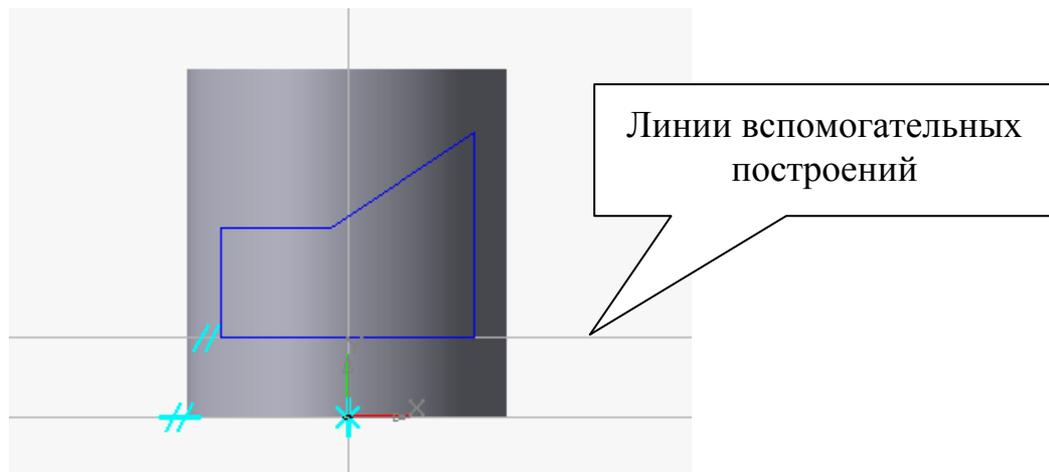


Рисунок 38

3. С помощью операции **Вырезать выдавливанием** создаем окончательную модель цилиндра (рисунок 39).

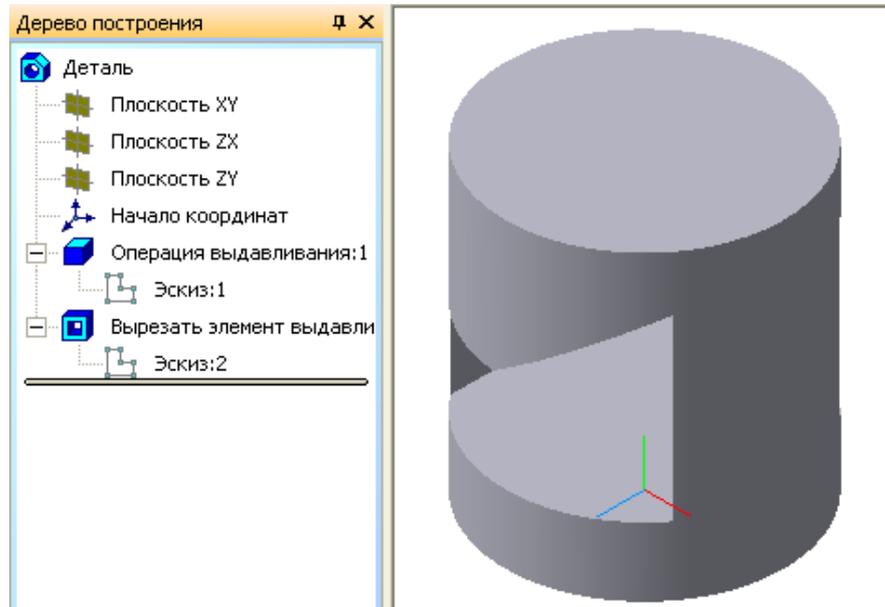


Рисунок 39

Построение модели конуса данным способом нецелесообразно. Рассмотрим создание трехмерной модели конуса по образующей.

2. Построение трехмерных моделей тел вращения по образующей линии.

Задание 2. Построить трехмерную модель усеченного конуса, имеющего сквозное цилиндрическое отверстие с параметрами, представленными на рисунке 40.

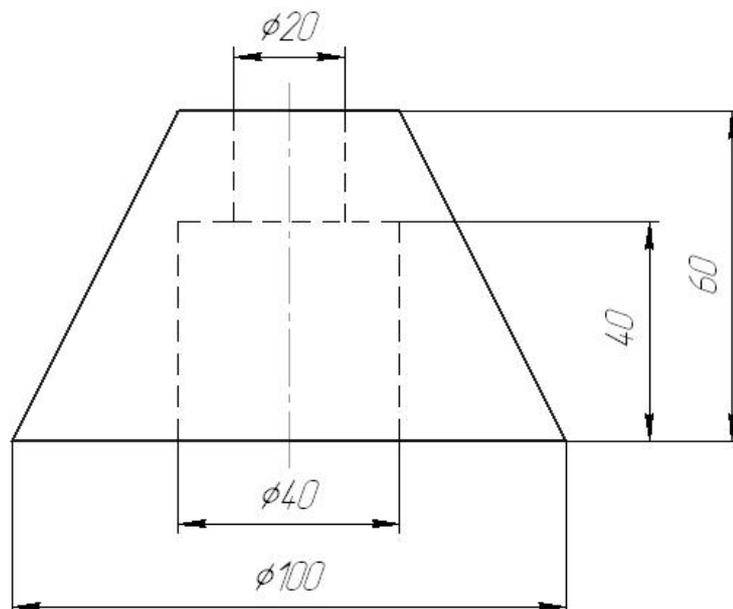


Рисунок 40

1. Создаем эскиз в плоскости XU , который содержит ось и образующий контур. Ось вращения **обязательно** должна проводиться стилем штрихпунктирная линия. Длина оси значения не имеет — это вспомогательная линия. (Рисунок 41.)

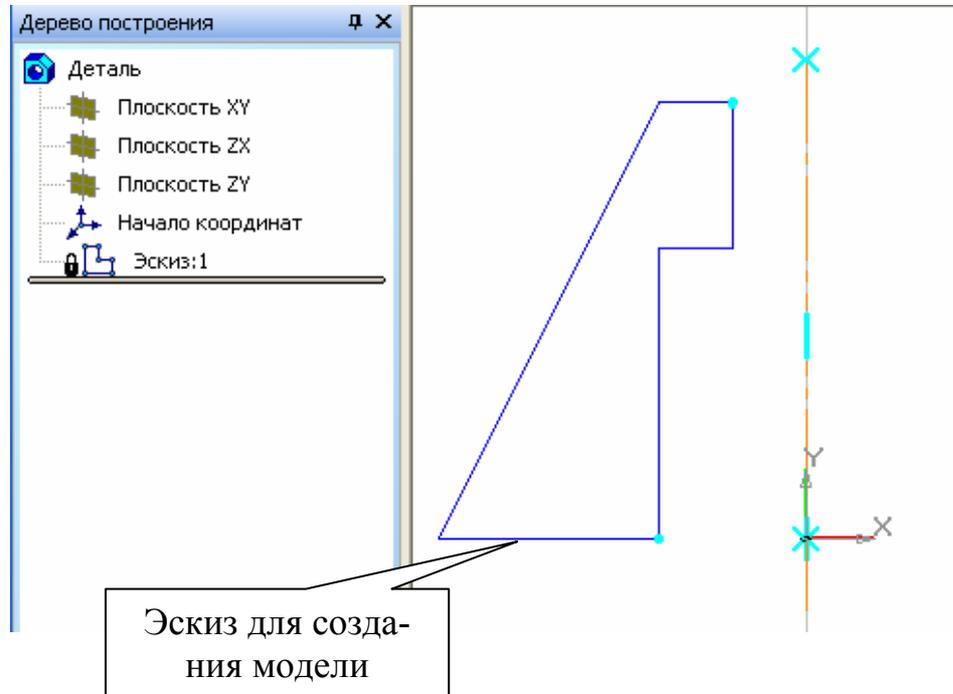


Рисунок 41

2. Выберем команду **Операция Вращения** . Вращение осуществляем в режиме сфероида, при котором построение элемента производится с учетом проекции концов контура на ось вращения, т. е. в результате получится сплошной элемент. (Рисунок 42.)

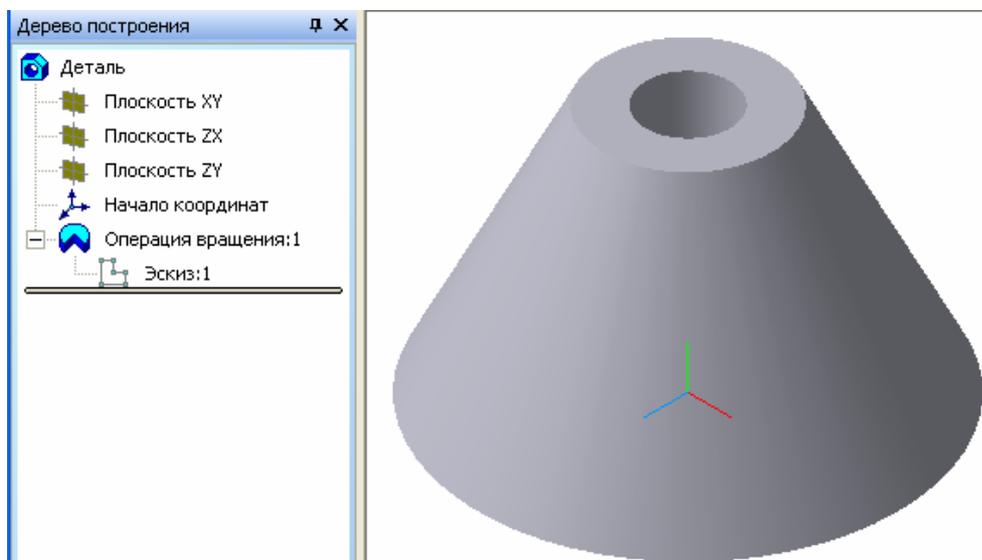


Рисунок 42

3. Для обеспечения наглядности модели создадим вырез, создав предварительно эскиз сечения и используя операцию *Сечение по эскизу*. (Рисунок 43.)

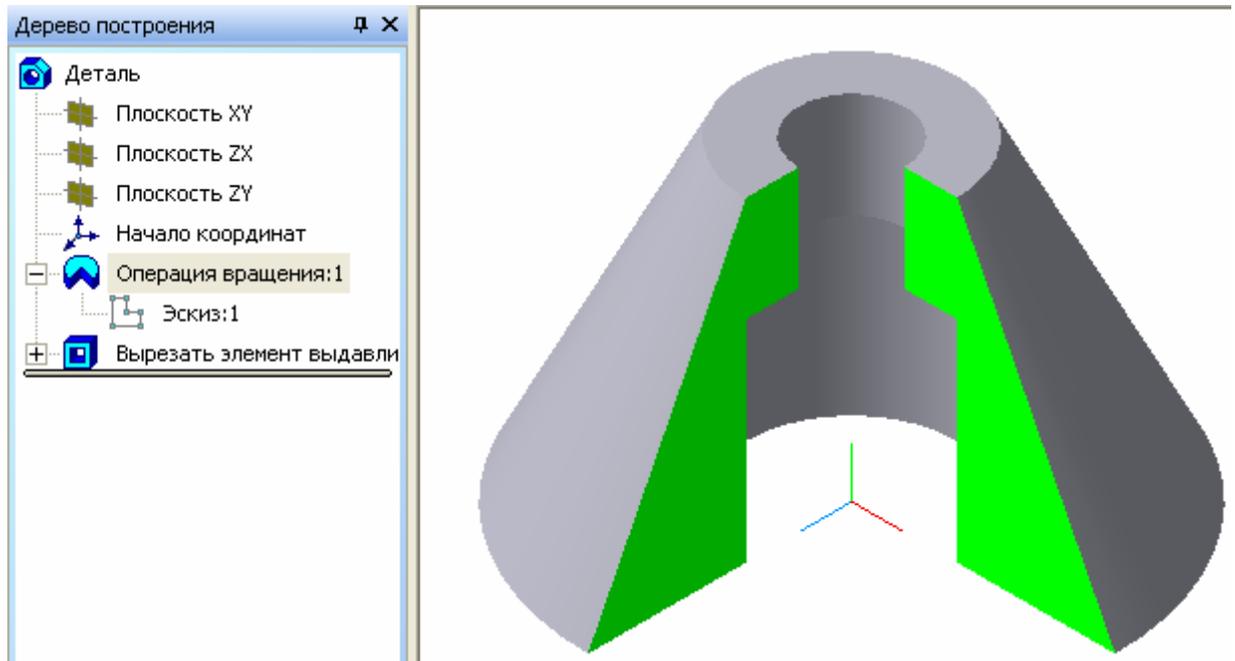


Рисунок 43

Задание 3. Построить трехмерную модель сферы с отверстием в форме горизонтально-проецирующего цилиндра с параметрами, представленными на рисунке 44.

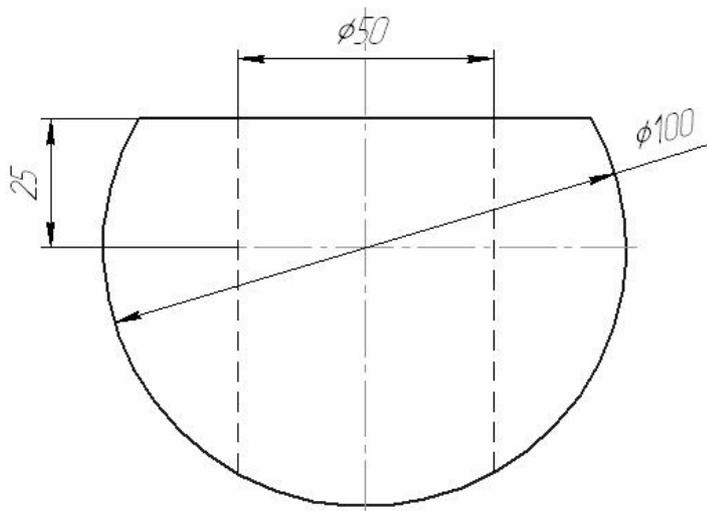


Рисунок 44

Модель сферы целесообразно создавать вращением. В связи с этим контур, вращением которого будет создана модель, удобно строить во фронтальной плоскости — плоскость XU . Ось вращения выполняется только стилем линии **Осевая**.

Последовательность построений представлена на приведенных ниже рисунках 45, 46.

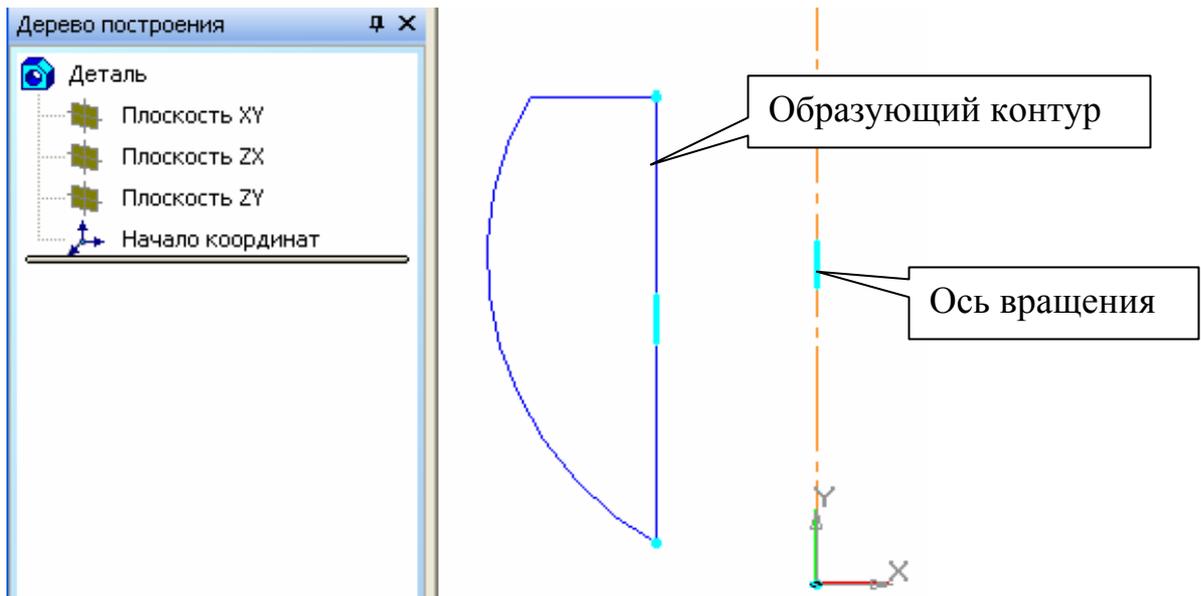


Рисунок 45

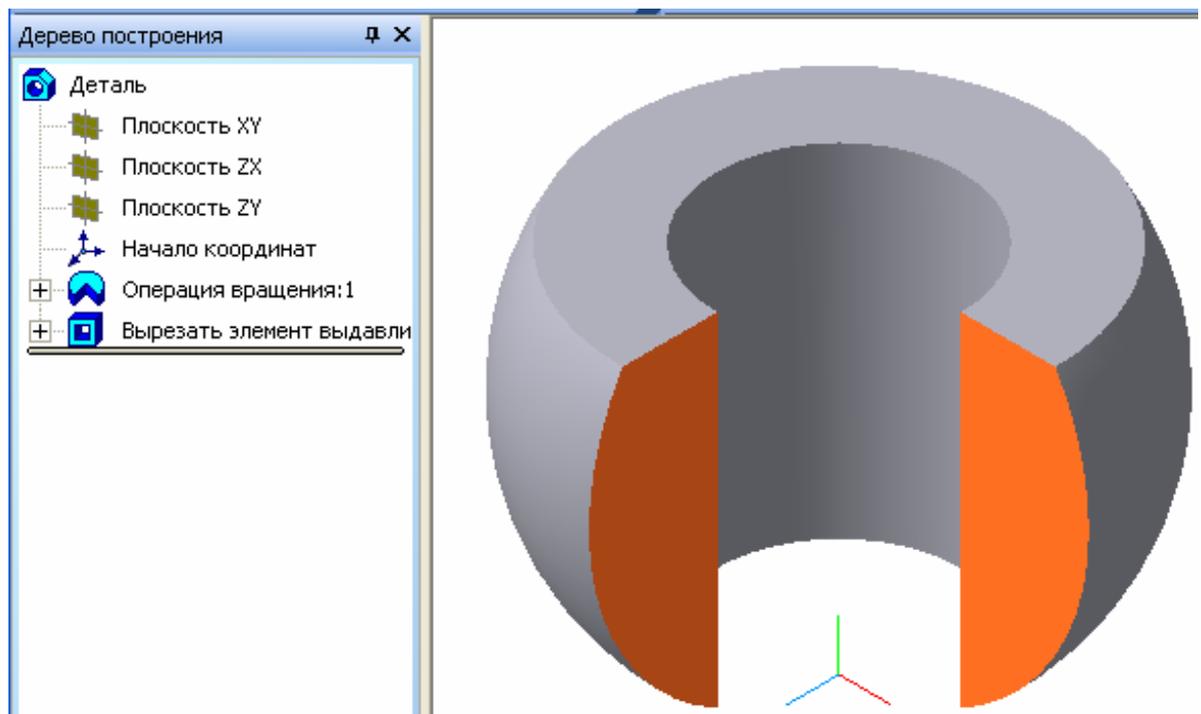


Рисунок 46

Задание 4. Создать трехмерную модель тела вращения в соответствии со своим вариантом (задание выдает преподаватель, вариант соответствует номеру в списке группы).

Построение модели следует осуществлять в такой последовательности:

- 1) выполнить операцию прорисовки контура вращения и создания оси вращения, целесообразно привязывать построения к началу координат;
- 2) выполнить операцию вращения вокруг осевой линии, для наглядности далее изображение показать полутонным;
- 3) построить все элементы тела (отверстия, срезы, пазы и т. п.);
- 4) установить различный цвет для каждого элемента детали;
- 5) создать заготовку чертежа (выполняют пользователи продвинутого уровня) — рисунок 48.

Пример выполненного задания приведен на рисунке 47.

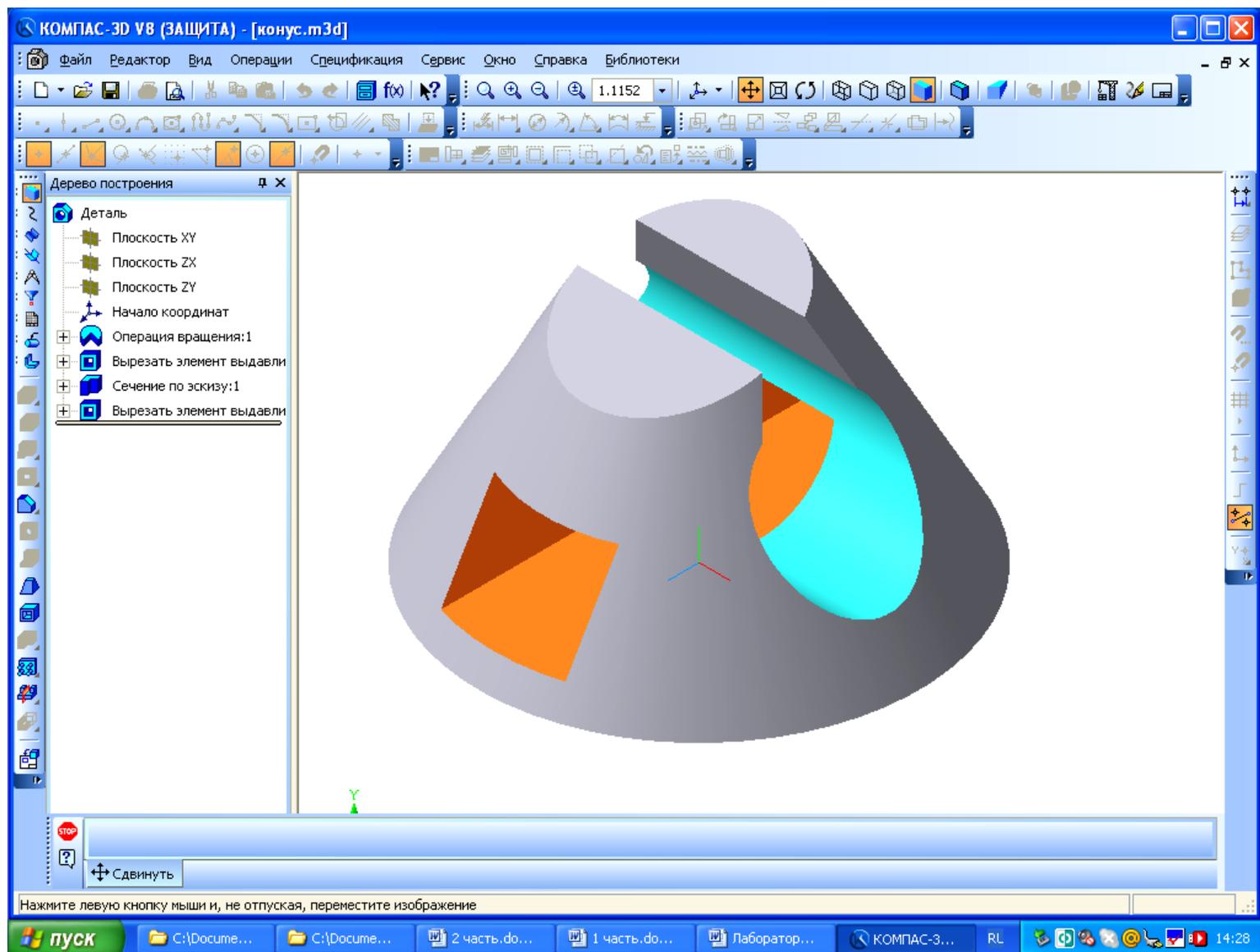


Рисунок 47 — Пример выполненного задания к лабораторной работе № 3

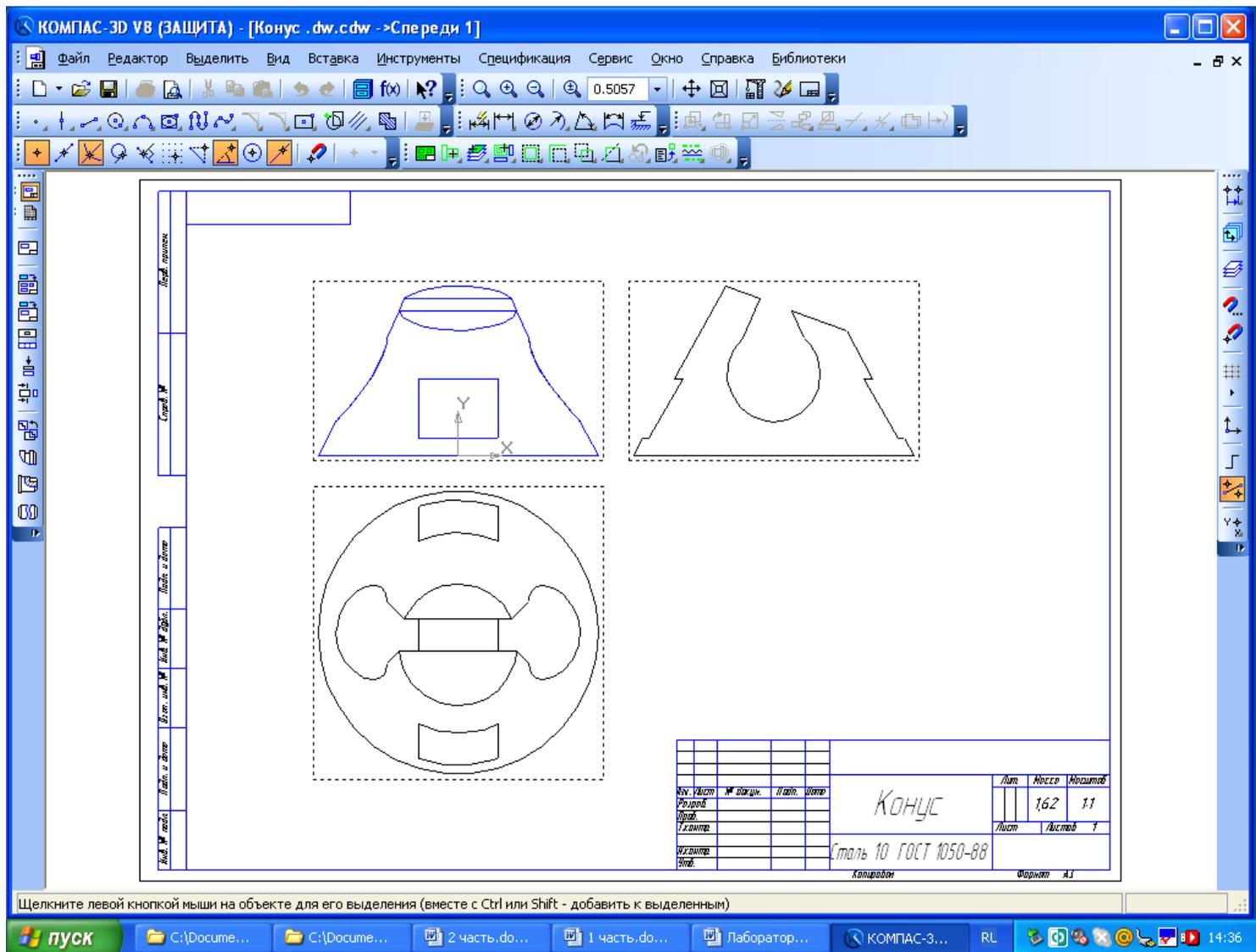


Рисунок 48 — Заготовка чертежа

Лабораторная работа № 4

Моделирование сложного геометрического тела

Цель работы:

- 1) систематизация представлений о форме предметов, выработка умений анализировать форму;
- 2) изучение способов создания моделей изображений объемных тел, изменения их положения относительно наблюдателя, приобретение навыков построения сложных трехмерных моделей.

Порядок выполнения работы

Основные теоретические сведения

Создание твердотельной детали включает два этапа:

- создание основы детали;
- создание элементов детали.

1. Создание основы детали. За основу детали выбирается самый крупный фрагмент детали, имеющий простую форму (призмы, цилиндра, конуса, сферы, тора и т. д.), а затем к основе приклеиваются или вырезаются другие простые фрагменты детали.

Создание основы твердотельной детали начинается:

- с задания (выбора) плоскости проекций в *Дереве построения*, на которой будет вычерчиваться эскиз детали;
- задания ориентации, соответствующей выбранной плоскости проекций.

Так, например:

- фронтальной плоскости проекций соответствует ориентация *Спереди* или *Сзади*;
- горизонтальной плоскости проекций соответствует ориентация *Сверху* или *Снизу*;
- профильной плоскости проекций соответствует ориентация *Слева* или *Справа*.

Порядок создания основы твердотельной детали следующий:

1. В *Дереве построения* выделяется плоскость проекций, т. е. курсор устанавливается на выбранную плоскость проекций и нажимается левая клавиша мыши. На экране плоскость проекций изображается в виде квадрата с маркерами. Следует иметь в виду, что изображенную плоскость проекций и систему координат невозможно удалить с экрана;
2. Задается соответствующая ориентация;
3. Выбирается команда *Новый эскиз*, и активизируются кнопки панели геометрии для вычерчивания эскиза;
4. После вычерчивания эскиза нажимается кнопка *Закончить эскиз* и появляются кнопки для построения элементов твердотельной детали. Выполняются соответствующие команды: *Операции — Операция*, — и в новом окне выбирается команда *Выдавливания, Вращения* или *Кинематическая*.

2. Создание элементов детали. После создания основы детали к ней можно приклеивать или вырезать другие простые формы.

Порядок приклеивания или вырезания элементов детали следующий:

1. Мысленно определяется плоская поверхность основы или плоскость любого уже приклеенного элемента детали, на которой будет вычерчиваться эскиз детали;
2. Выделяется выбранная плоская поверхность, на которой будет вычерчиваться эскиз детали, при этом периметр выбранной плоскости изображается зеленым цветом;
3. Выбирается команда *Новый эскиз*, и появляются кнопки панели геометрии для вычерчивания эскиза.

После вычерчивания эскиза нажимается кнопка *Закончить эскиз*, и появляются кнопки для построения элементов твердотельной детали.

Затем выбирается соответствующая операция *Приклеить выдавливанием*, если приклеивается элемент, или *Вырезать выдавливанием*, если вырезаются отверстие, паз и т. д.



Приклеить выдавливанием. Данная кнопка имеет три дополнительные кнопки: **Приклеить вращением**, **Приклеить кинематически** и **Приклеить по сечениям**.



Вырезать выдавливанием. Данная кнопка имеет три дополнительные кнопки: **Вырезать вращением**, **Вырезать кинематически** и **Вырезать по сечениям**.

Появляется окно, в котором задаются параметры выдавливания. После задания параметров выдавливания нажимается кнопка **Создать объект**.

Пример. Построить твердотельную деталь в соответствии с чертежом, представленным на рисунке 49.

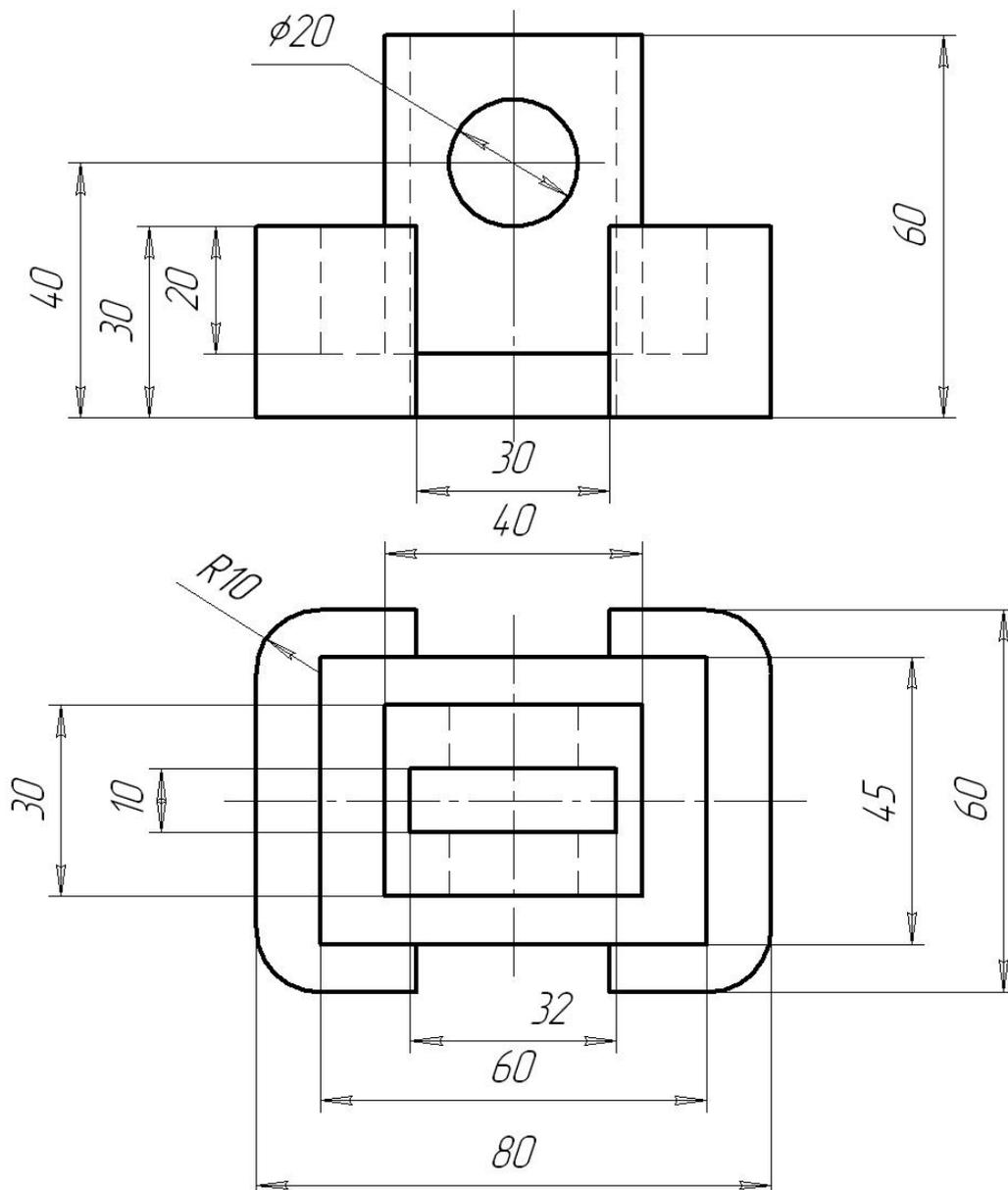


Рисунок 49

Порядок построения:

1. Построение начинается с выбора основания. За основу принимается призма с размерами $60 \times 80 \times 30$ мм (рисунок 49).

Для создания основы в Дереве построения выбирается плоскость XZ . Затем выбирается команда *Новый эскиз*, и активизируются кнопки панели геометрии для вычерчивания эскиза.

На панели геометрии нажимается кнопка *Прямоугольник* по центру и углу и строится эскиз прямоугольника на экране с центром в начале системы координат, при этом размеры прямоугольника задаются в строке параметров: $h = 60$ мм и $w = 80$ мм, т. е. курсор вводится в зону h , записывается 60 и нажимается <Enter>, затем курсор вводится в зону w , записывается 80 и нажимается <Enter>.

Курсор переводится на поле листа, выбирается команда *Закончить эскиз*, появляются кнопки для построения элементов твердотельной детали.

Выполняются команды: *Операции* — *Операция выдавливание*.

Задается прямое направление, в зоне *Расстояние* записывается высота призмы — 30 мм и нажимается кнопка *Создать объект*.

На панели инструментов нажимается кнопка  *Полутоновое* (рисунок 50).

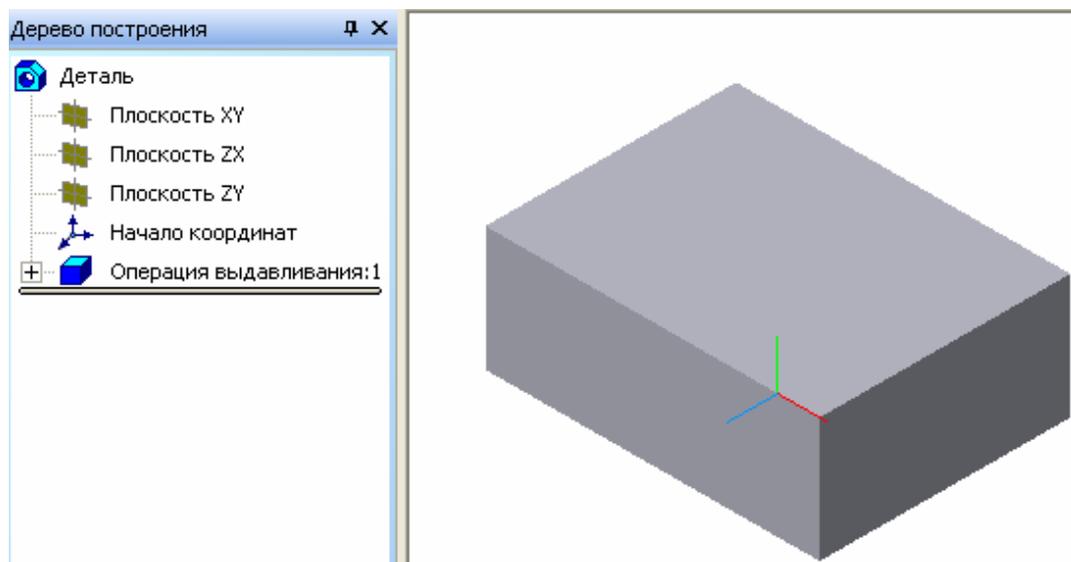


Рисунок 50

После создания основания к нему приклеиваются и вырезаются остальные элементы детали.

2. Порядок вырезания призматического углубления с размерами $45 \times 60 \times 20$ мм.

Выделяем верхнюю грань призмы и нажимаем кнопку **Новый эскиз**. Создаем эскиз по заданным размерам с помощью команды **Прямоугольник**. После создания эскиза нажимаем кнопку **Закончить эскиз** и выполняем операцию **Вырезать выдавливанием** на заданную глубину 20 мм.

3. Приклеиваем к нижней плоскости призматического углубления еще одну призму с размерами $30 \times 40 \times 50$ мм.

Выделяем указанную плоскость. Повторяем предыдущие действия.

Затем выполняем операцию **Приклеить выдавливанием**, задаем прямое направление, в зоне **Расстояние** записываем высоту призмы — 50 мм и нажимаем кнопку **Создать объект** (рисунок 51).

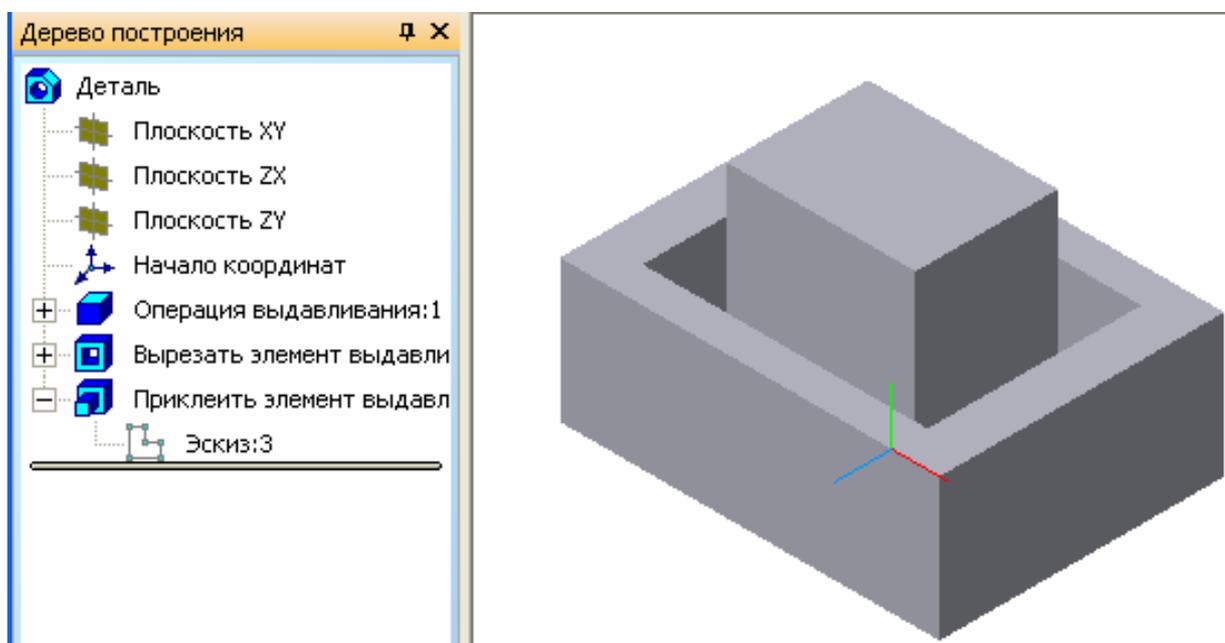


Рисунок 51

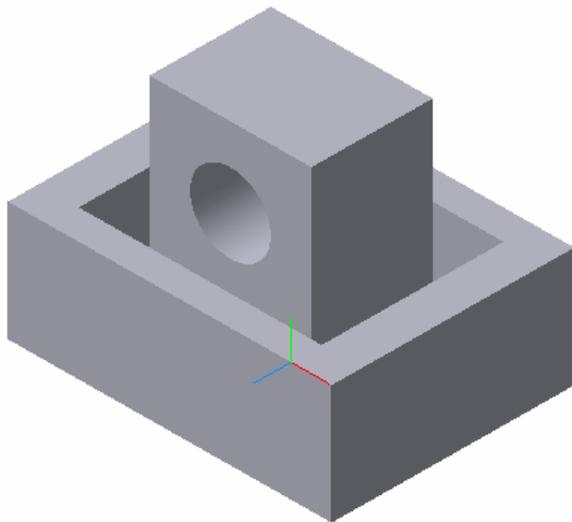


Рисунок 52

4. Порядок вырезания цилиндрического отверстия диаметром 20 мм. Выделяем соответствующую плоскость призмы. Затем создаем новый эскиз. На панели геометрии нажимается кнопка **Ввод окружности** и строится эскиз окружности с центром в начале системы координат, диаметром 20 мм. Нажимаем кнопку **Закончить эскиз**, затем **Вырезать выдавливанием**, и появляется

окно, в котором задается прямое направление, в зоне **Расстояние** записывается глубина отверстия, отмечаем **Через все** и создаем объект (рисунок 52).

5. Создаем пазы шириной 30 мм по верхней кромке призмы основания, используя операцию **Вырезать выдавливанием**. Предварительно строим эскизы обоих пазов, используя для разметки вспомогательные линии. Результат построений виден на созданной модели. (Рисунок 53.)

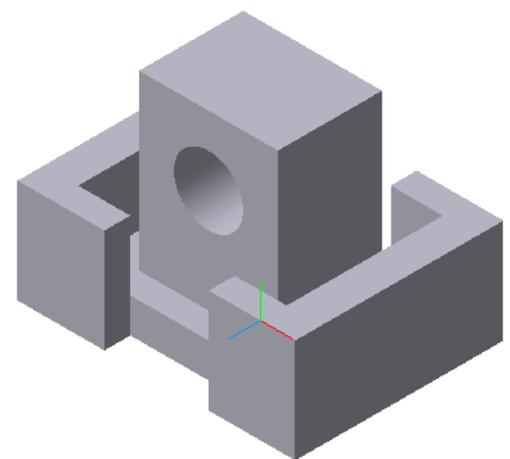
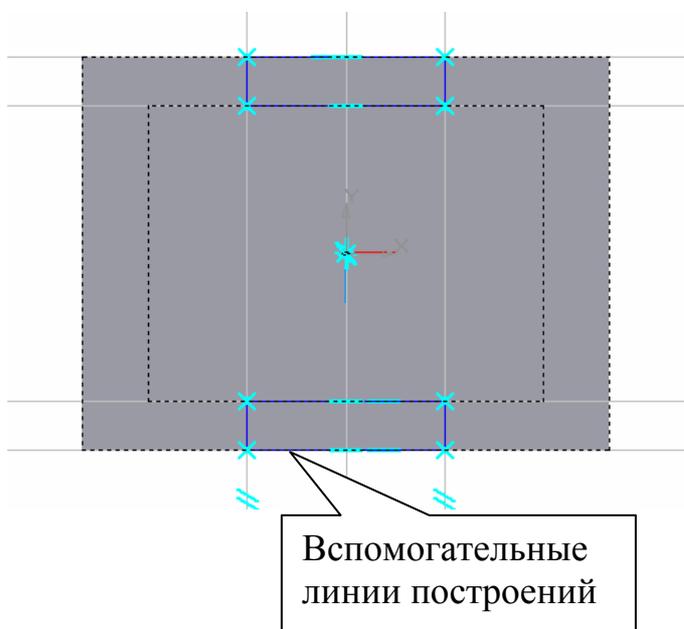


Рисунок 53

6. Осуществляем скругление ребер призматического основания детали. С этой целью используем команду **Операции** — **Скругление**, задаем радиус 10 мм и указываем поочередно все четыре вертикальных ребра призмы-основания. Для удобства построений используется кнопка **Повернуть**, затем нажимаем кнопку **Создать объект** (рисунок 54).

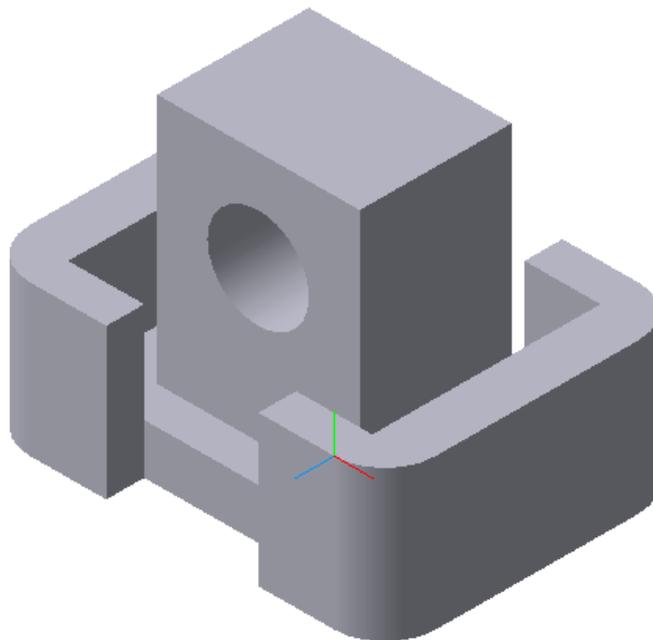


Рисунок 54

7. Вырезаем паз 10×32 мм от верхнего основания детали до ее нижнего основания. Построение эскиза выполняем в верхней плоскости. Используем те же команды, что и при предыдущих построениях (рисунок 55).

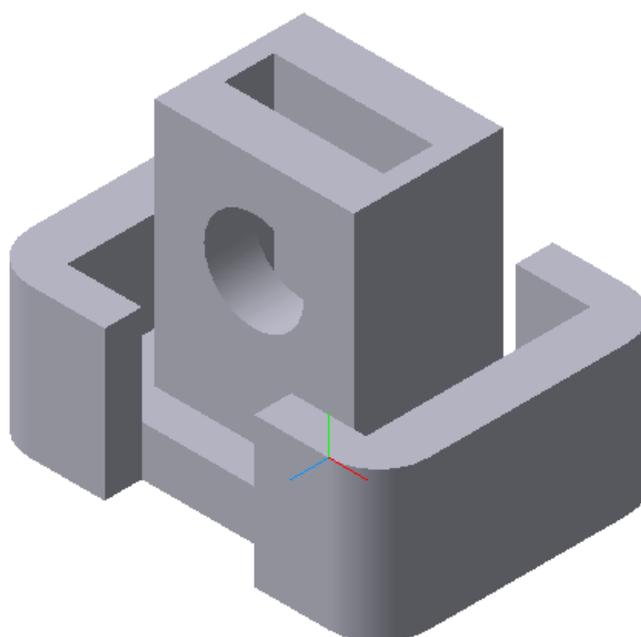


Рисунок 55

8. Порядок вырезания четверти изображения детали:

- выделяем верхнюю плоскость детали.
- выбираем команду **Новый эскиз**;
- нажимаем кнопку **Ввод прямоугольника** и строим эскиз прямоугольника на экране с одним углом в начале системы координат (рисунок 56), при этом размеры прямоугольника задаются курсором;
- выбираем команду **Закончить эскиз**. После вычерчивания эскиза нажимаем кнопку <Стоп>.

Дальнейшие построения понятны по рисунку 56.

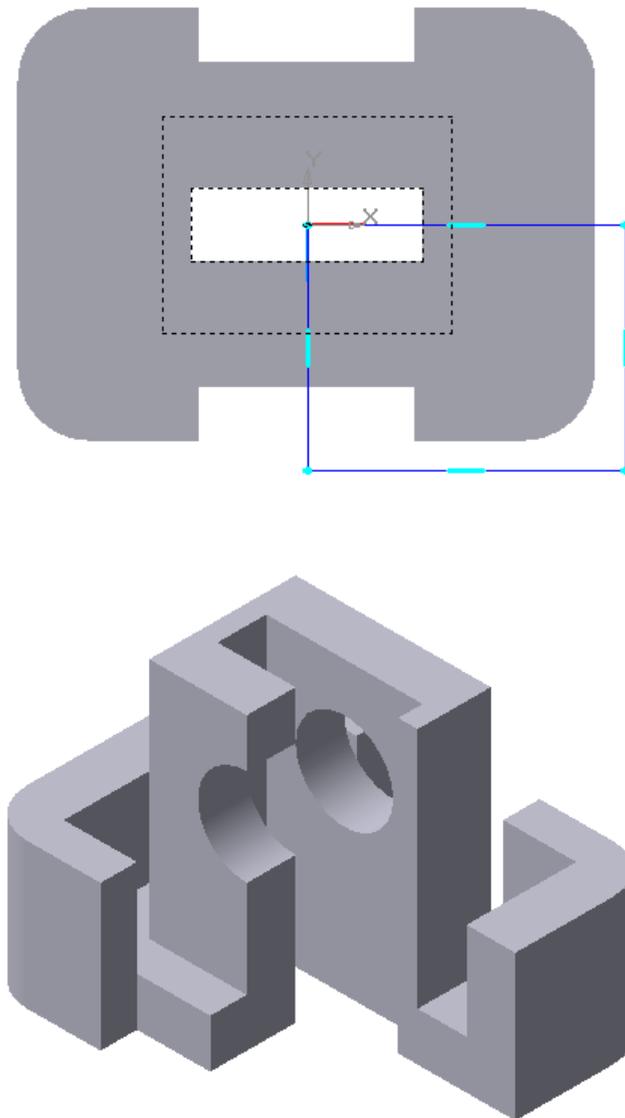


Рисунок 56

Задание.

1. Выполнить построение твердотельной модели в соответствии со своим вариантом (условие задания находится в папке **Шаблоны** на диске D).
2. Создать заготовку чертежа (для продвинутого уровня пользователей). Пример заготовки чертежа для созданной модели (рисунок 56) приведен на рисунке 57.

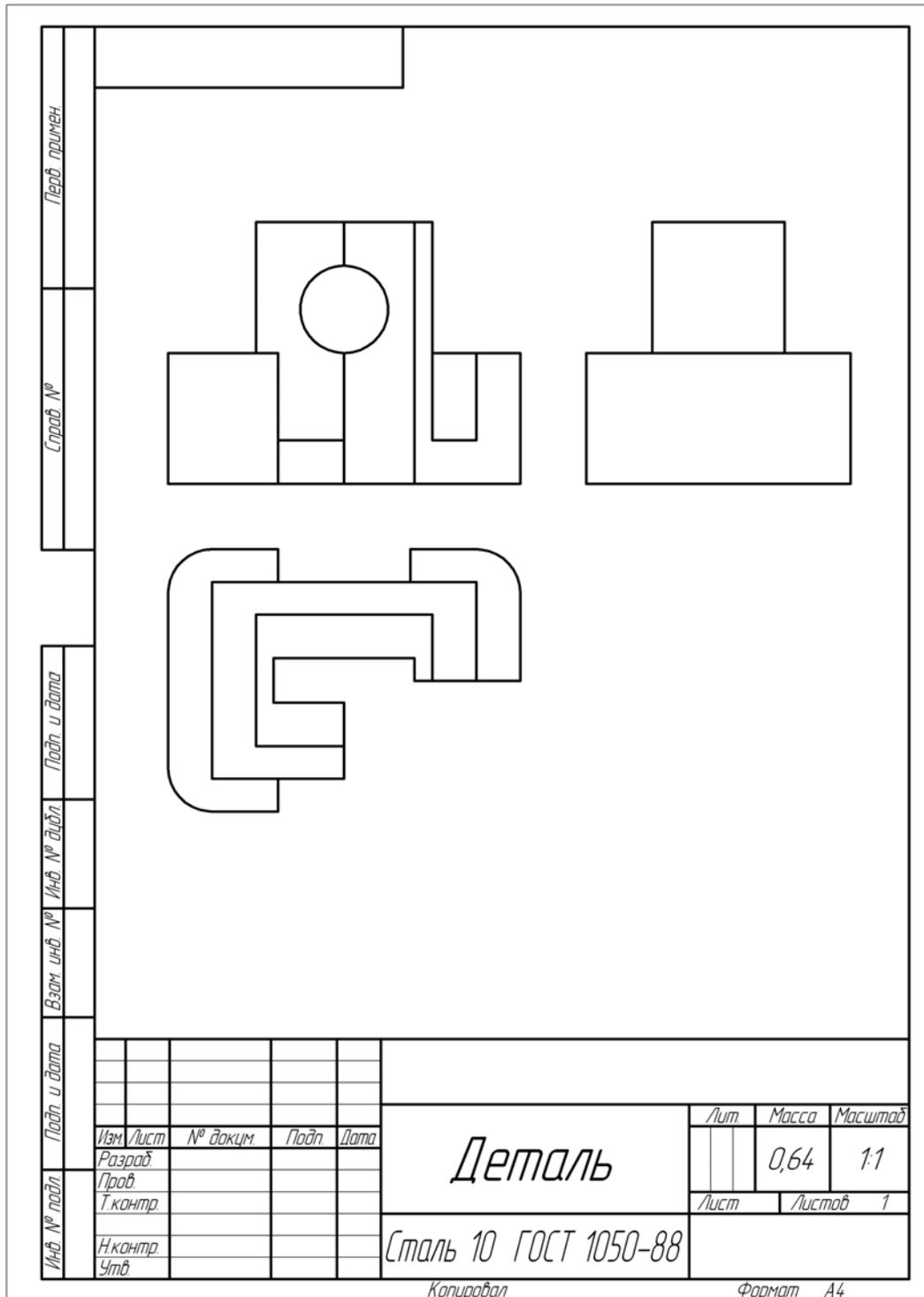


Рисунок 57

Последовательность выполнения работы

1. Для создания файла твердотельной детали необходимо выполнить команды: **Файл** — **Создать** — **Деталь**, — и на экране появится **Дерево построения** детали (рисунок 58).

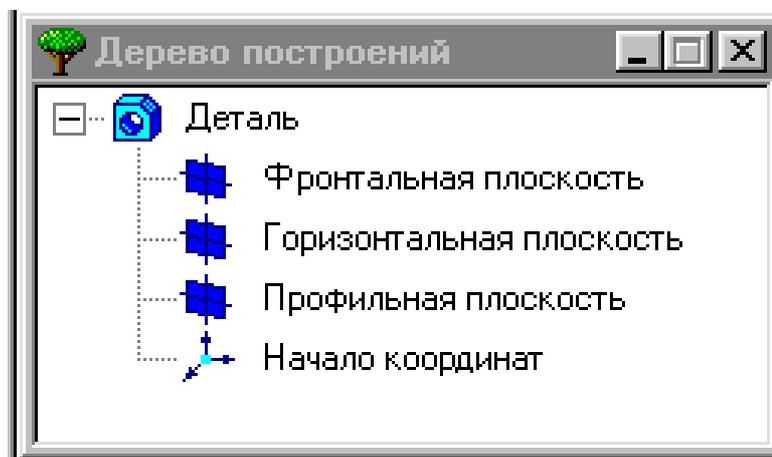


Рисунок 58

2. Слово **Деталь** заменить наименованием детали в соответствии со своим вариантом, для этого надо два раза щелкнуть по слову **Деталь** и записать наименование детали.

3. Сохранить файл детали до начала построений, для чего выполнить команды: **Файл** — **Сохранить**, — в появившемся окне открыть свою папку, записать имя файла и нажать <Enter>.

4. Затем выполнить все построения по созданию модели, начиная с создания основания.

5. Распечатать результат.

Файлы и распечатку представить для проверки преподавателю. Защитить выполненное задание, ответив на вопросы.

МОДУЛЬ 2 ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ИЗ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ

Лабораторная работа № 5

Выполнение пространственной модели и чертежа детали типа «вал»

Цель работы: приобретение навыков построения трехмерных моделей детали типа «вал» и выполнения чертежа по построенной модели.

Порядок выполнения работы

Основные теоретические сведения

Многие трехмерные модели деталей создаются с целью получения конструкторской документации (например, рабочих чертежей деталей) или прочих плоских изображений (например, каталога деталей).

Создание заготовки чертежа. Для создания в текущем чертеже стандартных видов модели вызовите команду *Операции — Создать новый чертеж из модели* или нажмите кнопку *Новый чертеж из модели* на панели *Редактирование детали*.

После вызова команды на экране появится лист чертежа и фантом вида. Нажмите кнопку *Ассоциативные виды — Стандартные виды*. Выберите модель для создания видов и откройте файл (рисунок 59). Файл находится в папке *Шаблоны* диска D.

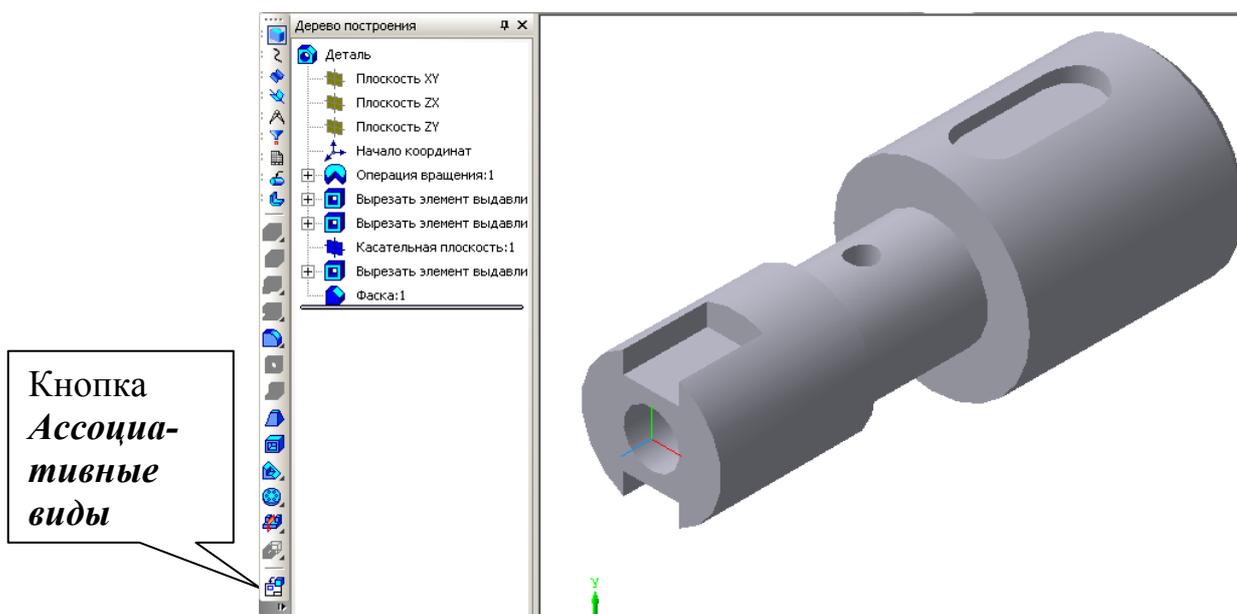


Рисунок 59

В окне чертежа появится фантом изображения в виде габаритных прямоугольников видов (рисунок 60). На **Панели свойств** появятся элементы управления, которые позволяют задать параметры создаваемых видов. Чтобы изменить набор стандартных видов выбранной модели, активизируйте переключатель **Схема видов** (рисунок 61).

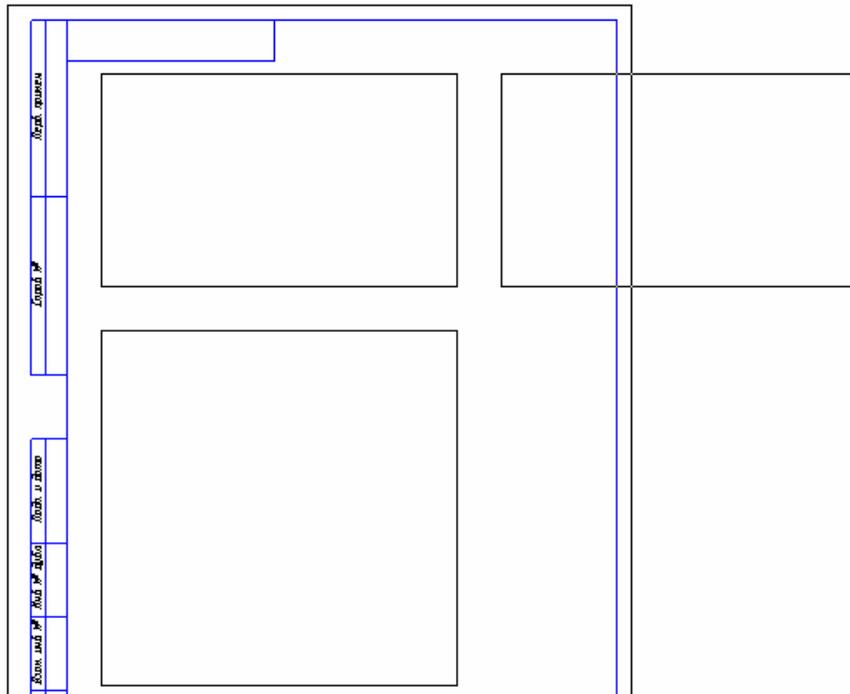


Рисунок 60

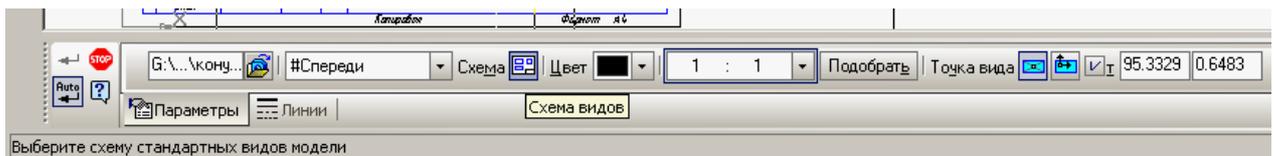


Рисунок 61

После выбора нужных стандартных видов и настройки их параметров укажите положение точки привязки изображения — начала координат главного вида. В активный документ будут вставлены выбранные виды модели. В **Дереве построения** чертежа появятся пиктограммы созданных видов и их названия.

Сохраните получившийся чертеж, проставьте на нем необходимые размеры и технологические обозначения, оформите документ.

Последовательность выполнения работы

Вначале выполните построения трехмерной модели детали в соответствии с примером.

Пример. Построить твердотельную деталь в соответствии с чертежом, представленным на рисунке 63.

Порядок построений:

1. Выполните команду **Файл — Создать — Деталь**.
2. Слово **Деталь** замените на наименование детали **Вал**, которую вы создаете, и сохраните файл в своей папке под этим именем.
3. Создайте новый эскиз на профильной плоскости (плоскость ZY). Эскиз представляет собой ломаную линию, отдельные участки которой расположены под прямыми углами друг к другу. Чертите отрезки с помощью режима ортогонального черчения. Для этого нажмите кнопку **Ортогональное черчение** на панели **Редактирование**. Стилем линии «Осевая» постройте ось вращения. Постройте плоский образующий контур основания детали (рисунок 62).

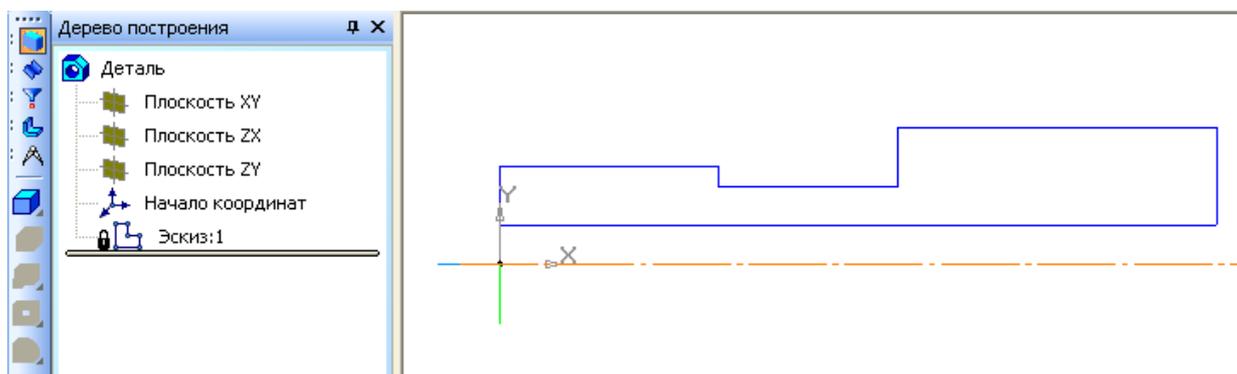


Рисунок 62

4. Закончите эскиз и нажмите кнопку **Операция вращения**. По умолчанию Система нам задает параметры: **Сфероид**, режим создания тонкой стенки выключен. Нажмите кнопку **Создать объект**.

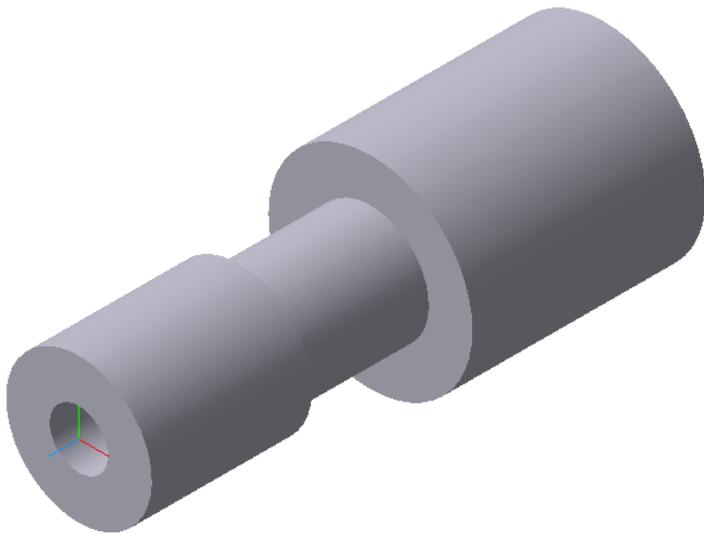


Рисунок 64

5. В окне модели Система постройте основания детали. Установите ориентацию **Изометрия XYZ**, вариант отображения **Полутоновое** (рисунок 64).

6. На цилиндрической ступени постройте пазы шириной 20 мм, длиной 30 мм и с расстоянием между ними 30 мм. Для чего укажите плоскость торцевой левой грани вала и на ней постройте эскиз по форме паза, используя линии вспомогательных построений.

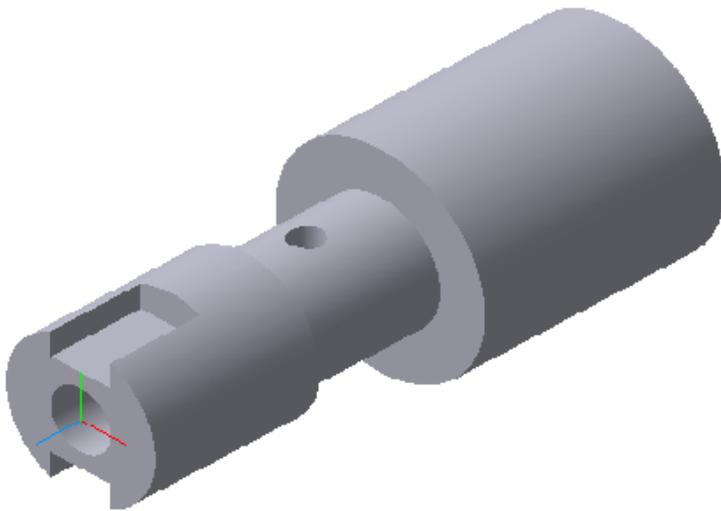


Рисунок 65

7. Постройте сквозные отверстия диаметром 10 мм на средней ступени вала, для чего укажите горизонтальную плоскость (плоскость ZX), выполните вспомогательные построения по определению центра отверстия, создайте новый эскиз

и выполните операцию **Вырезать выдавливанием**, установив опцию **Два направления** и **Через все** (рисунок 65).

8. Выполните построение шпоночного паза. Его создание нужно начинать с построения вспомогательной плоскости, проходящей касательно той шейки вала, на которой нужно разместить паз. Для этого нажмите кнопку **Касательная плоскость** на **Панели расширенных команд** построения вспомогательных плоскостей. В окне модели укажите цилиндрическую

грань, касательно к которой должна пройти плоскость. В *Дереве построения* укажите *Плоскость ZY*, нажмите кнопку *Создать объект*. Система выполнит построение заданной плоскости (рисунок 66).

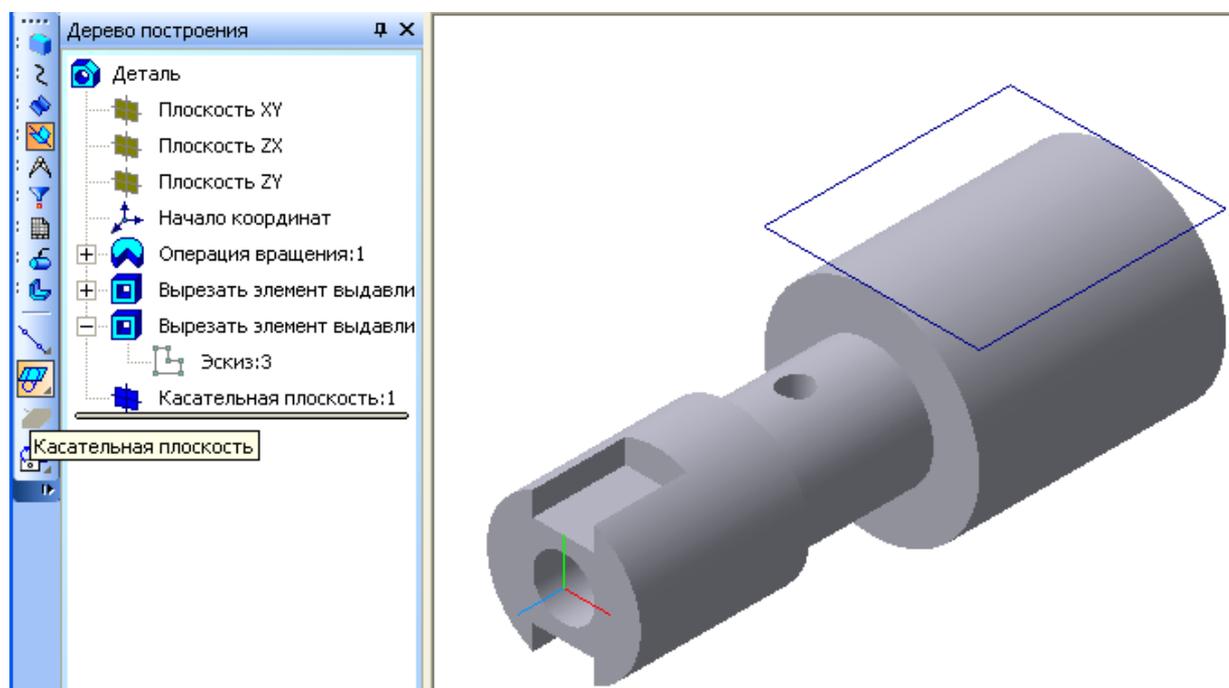


Рисунок 66

9. В созданной вспомогательной плоскости создайте новый эскиз. Для этого проведите вертикальную вспомогательную линию через середину прямоугольника, ограничивающего плоскость, эта линия будет совпадать с осью симметрии шпоночного паза. Постройте контур паза по заданным размерам (рисунок 67). Затем выполните операцию *Вырезать выдавливанием*, установив требуемые параметры (рисунок 68).

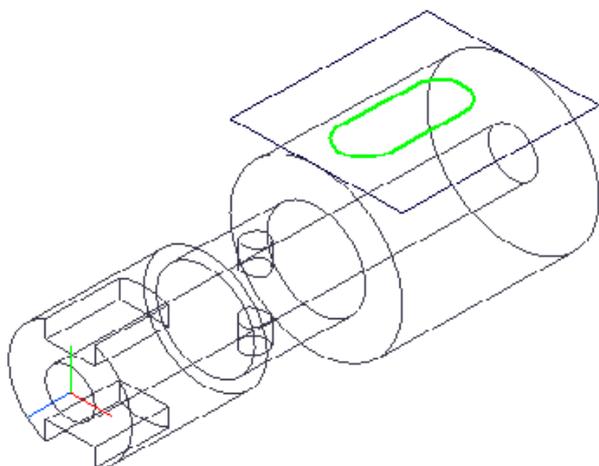


Рисунок 67

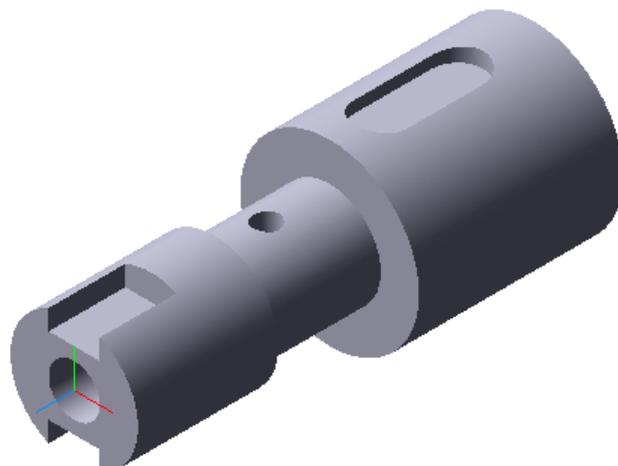


Рисунок 68



Рисунок 69

10. Постройте фаску на последней ступени вала, для чего используйте кнопку **Фаска**. Установите заданные параметры фаски. Затем подведите курсор к ребру цилиндрической поверхности и обозначьте его. Щелкните левой кнопкой мыши и нажмите кнопку **Создать объект**. Фаска будет построена.

11. Чтобы увидеть результат построения, поверните деталь в произвольное наиболее наглядное положение, используя кнопку **Повернуть** (рисунок 69).

12. Создайте заготовку чертежа, руководствуясь рекомендациями, данными на с. 71 данных методических указаний. Заготовка чертежа для построенной модели приведена на рисунке 70.

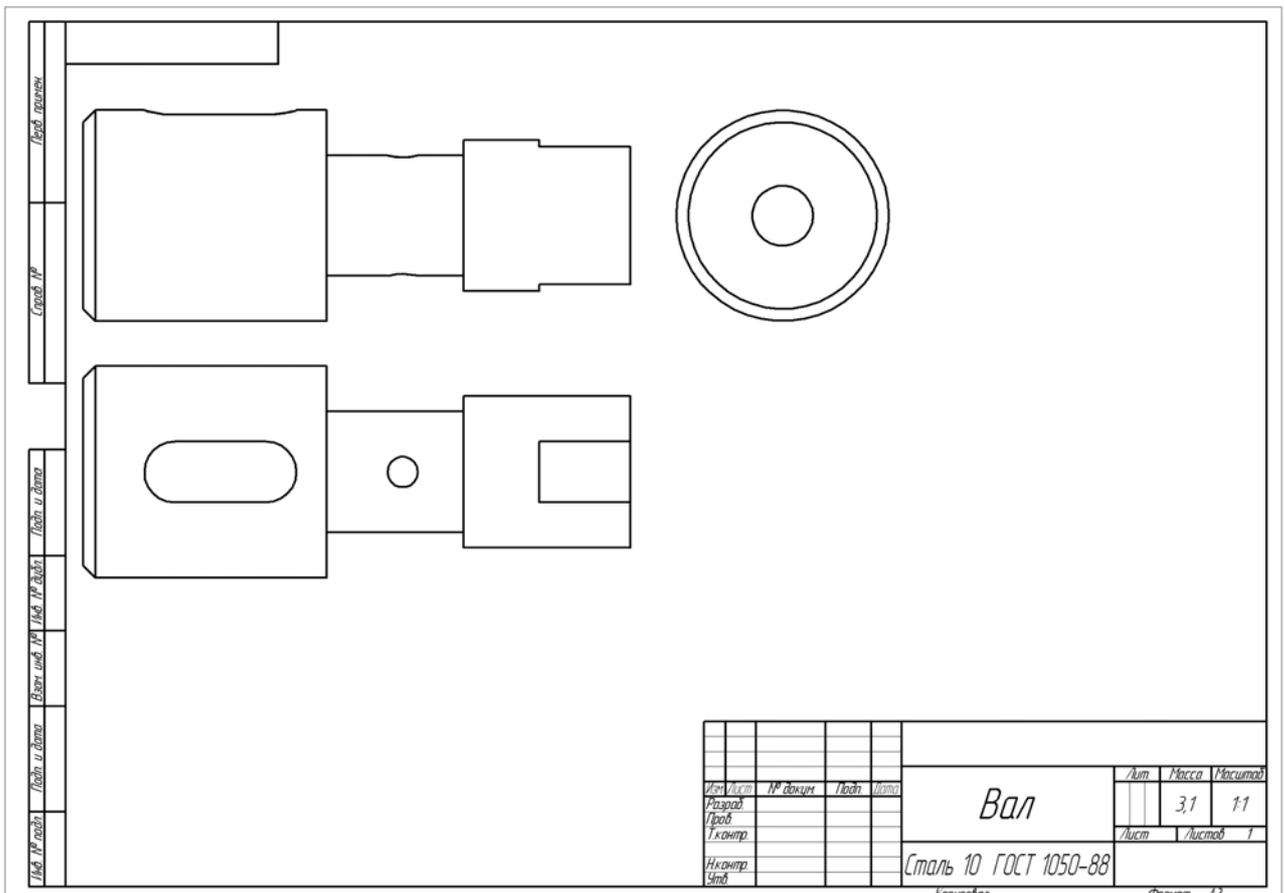


Рисунок 70

Задание.

1. Выполнить трехмерную модель типовой детали — «вал». Условия задания в соответствии со своим вариантом находятся в папке **Шаблоны** на диске D.

2. Выполнить чертеж вала, используя команду **Новый чертеж с модели**. Выполнить и обозначить необходимые сечения и разрезы. Проставить размеры.

Последовательность выполнения задания.

1. Для создания файла твердотельной детали необходимо выполнить команды: **Файл — Создать — Деталь**, — и на экране появится **Дерево построений** детали (рисунок 71).

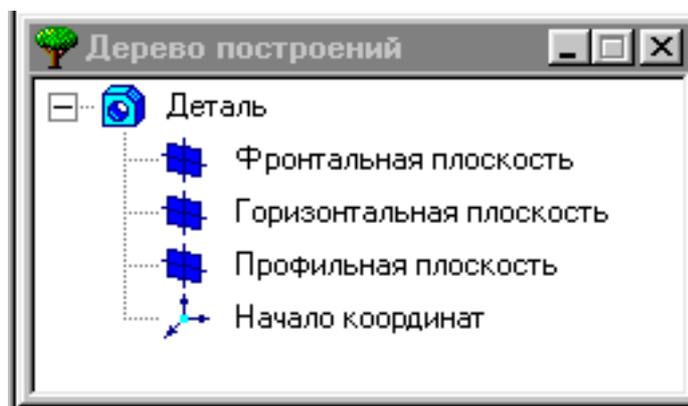


Рисунок 71

2. Слово **Деталь** заменить наименованием детали в соответствии со своим вариантом, для этого надо два раза щелкнуть по слову **Деталь** и записать наименование детали.

3. Сохранить файл детали до начала построений, для чего выполнить команды: **Файл — Сохранить**, — в появившемся окне открыть свою папку, записать имя файла и нажать <Enter>.

4. Затем выполнить все построения по созданию модели, начиная с создания основания.

5. Выполнить чертеж детали и оформить по аналогии с чертежом на рисунке 63: нанести осевые линии, выполнить сечения и разрезы, проставить размеры, заполнить основную надпись и др. Сохранить под тем же именем, что и трехмерная модель вала.

6. Распечатать чертеж.

7. Распечатку и файлы предъявить на проверку преподавателю. Записать на его дискету.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какая операция задается для вырезания отверстия?
2. Какая операция задается для приклеивания элемента?
3. Какая операция задается для получения основы в виде прямоугольной призмы?
4. Какая операция задается для получения основы в виде поверхности вращения?
5. Какая операция задается для получения основы в виде криволинейной формы?
6. Где располагается кнопка *Ориентация*?
7. Сколько содержится инструментальных панелей при трехмерном проектировании?
8. Какая ориентация при построении основы детали трехмерной модели соответствует фронтальной плоскости проекций?
9. Какая ориентация при построении основы детали трехмерной модели соответствует горизонтальной плоскости проекций?
10. Какая ориентация при построении основы детали трехмерной модели соответствует профильной плоскости проекций?
11. Какая ориентация соответствует детали в аксонометрии?
12. Какую форму принимает курсор при выборе плоской поверхности трехмерной модели?
13. Какую форму принимает курсор при выборе ребра трехмерной модели?
14. Какую форму принимает курсор при выборе вершины трехмерной модели?
15. Где находятся кнопки-команды *Приклеить выдавливанием* и *Вырезать выдавливанием*?
16. Сколько выделяется ребер при построении скругления трехмерной модели?

17. Какая кнопка мыши нажимается на пиктограмме для редактирования эскиза или элемента детали трехмерной модели?
18. Как создается заготовка чертежа?
19. Как изменить цвет элементов трехмерной модели?

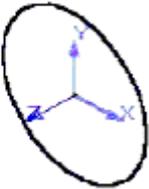
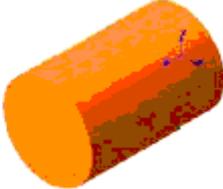
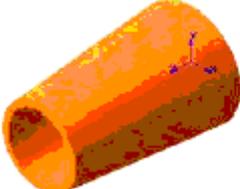
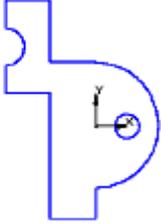
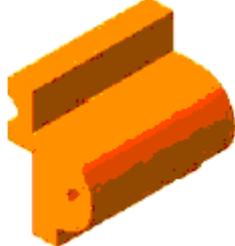
ЛИТЕРАТУРА И РЕСУРСЫ ИНТЕРНЕТ

1. Автоматизация инженерно-графических работ / Г.А. Красильникова, В.В. Самсонов, С.М. Тарелкин. — Санкт-Петербург : Изд-во «Питер», 2000. — 256 с.
2. КОМПАС-3D V8 : практическое руководство. Т. IV. Трехмерное моделирование. — Москва : АО АСКОН, 2006. — 595 с.
3. Кудрявцев, Е.М. КОМПАС-3D V6. Основы работы в системе / Е.М. Кудрявцев. — Москва : Изд-во «ДМК Пресс», 2004. — 528 с.
4. Потемкин, А. Трехмерное твердотельное моделирование / А. Потемкин. — Москва : Изд-во «КомпьютерПресс», 2002. — 295 с.
5. Проектирование в системе КОМПАС : учеб. пособие для студентов технических специальностей / Н.И. Жарков, А.И. Вилькоцкий, О.В. Ярошевич. — Минск : БГТУ, 2006. — 148 с.
6. [http:// www.gor.h1.ru](http://www.gor.h1.ru). Морской государственный технический университет г. Санкт-Петербурга. Информация для студентов. Лабораторные работы на базе системы КОМПАС.
7. [http:// www.kompas-edu.ru](http://www.kompas-edu.ru). Методические материалы размещены на сайте «КОМПАС в образовании».
8. <http://www.ascon.ru>. Сайт фирмы АСКОН.
9. [http:// www.head.informika.ru/text/inftech/edu/kompas](http://www.head.informika.ru/text/inftech/edu/kompas). Методические материалы по САПР КОМПАС-Школьник / Богуславский А.А.; Коломенский педагогический институт.

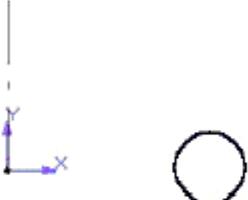
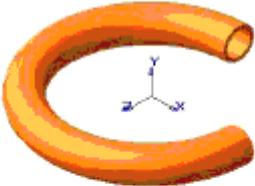
ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные операции твердотельного моделирования (примеры взяты из пособия Богуславского А.А. [9])

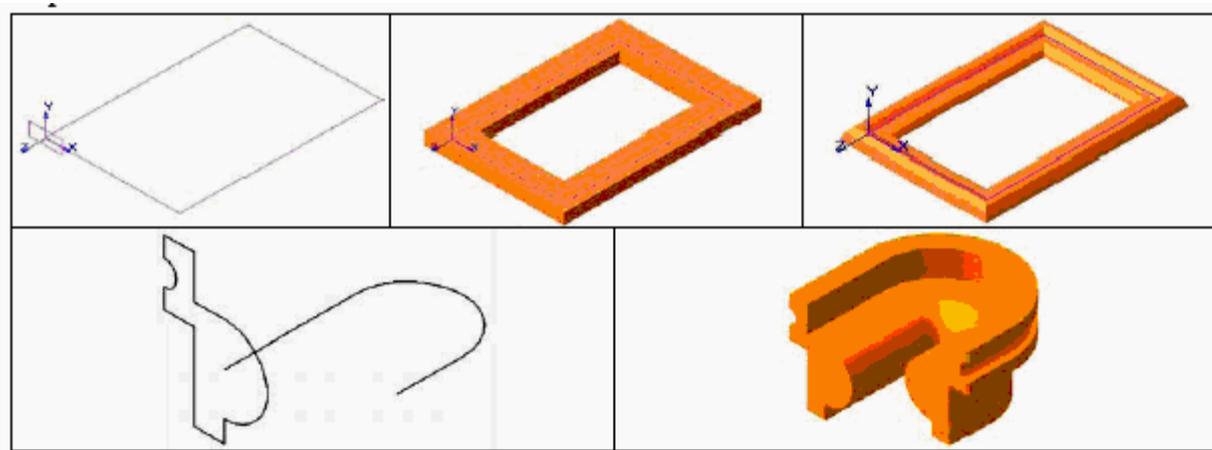
1. Выдавливание эскиза в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза.

Эскиз	Примеры выполнения операции	
		
		

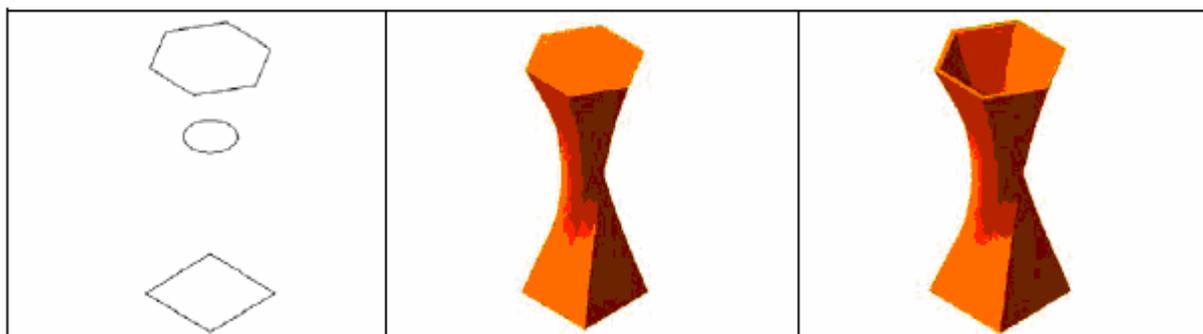
2. Вращение эскиза вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза.

3. Кинематическая операция — перемещение эскиза вдоль указанной направляющей.



4. Построение тела по нескольким сечениям-эскизам.



СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ	5
1 Содержание и общий порядок выполнения работ	6
1.1 Содержание работ	6
1.2 Основные приемы работы с Системой	6
1.3 Общий алгоритм выполнения лабораторных работ	7
2 Основы трехмерного моделирования	9
2.1 Общие принципы	9
2.2 Трехмерное моделирование в КОМПАС-3D	11
2.2.1 Порядок работы при создании модели	11
2.2.2 Эскизы	12
2.2.3 Операции	12
2.2.4 Вспомогательные построения	16
2.2.5 Параметрические свойства детали	16
2.2.6 Редактирование модели	17
2.2.7 Сервисные возможности	19
3 Лабораторные работы	21
Модуль 1 Основы построения объемной модели	21
Лабораторная работа № 1 Знакомство с системой трехмерного моделирования КОМПАС-3D V8	21
Лабораторная работа № 2 Построение трехмерных моделей многогранников	42
Лабораторная работа № 3 Трехмерное моделирование тел вращения	52
Лабораторная работа № 4 Моделирование сложного геометрического тела	61
Модуль 2 Построение чертежа из трехмерной модели	71
Лабораторная работа № 5 Выполнение пространственной модели и чертежа детали типа «вал»	71
Вопросы для самоконтроля	79
Литература и ресурсы Интернет	80
Приложение	81

Учебное издание

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ КОМПАС

**Методические указания к лабораторным работам
для студентов всех специальностей дневной формы обучения**

Составитель:

Ярошевич Ольга Викторовна

Ответственный за выпуск *О.В. Ярошевич*

Редактор *Н.Ф. Крицкая*

Корректурa, компьютерная верстка *Н.Ф. Крицкая*